

**MODEL PEMBELAJARAN FISIKA
BERBASIS KETERAMPILAN PROSES SAINS
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

Khaeruddin

Khaeruddin

**MODEL PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN PROSES SAINS
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**


Penerbit
Pusaka Almaida



**MODEL PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN
PROSES SAINS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

DISERTASI



**Khaeruddin
NIM 117966019**

**UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
PASCASARJANA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN SAINS
2017**

**MODEL PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN
PROSES SAINS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

Copyright@penulis 2018

Penulis
Khaeruddin

Tata Letak
Mutmainnah

xvii+238 halaman
21 x 29,7 cm
Cetakan I : Februari 2018
Di Cetak Oleh : CV. Berkah Utami

ISBN : 978-602-5813-27-6

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Dilarang memperbanyak seluruh atau sebagian isi buku ini
tanpa izin tertulis penerbit



Penerbit:
Pusaka Almaida
Jl. Tun Abdul Razak I Blok G.5 No. 18
Gowa - Sulawesi Selatan - Indonesia

ABSTRAK

PENGESAHAN

Disertasi oleh Khaeruddin, NIM 117966019, telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 27 April 2017.

Tim Penguji

Prof. Dr. Ismet Basuki, M.Pd.

Ketua / Rektor

Prof. Dr. Rudiana Agustini, M.Pd.

Sekretaris / Direktur Pascasarjana

Prof. Dr. Mohamad Nur

Anggota

Dr. Wasis, M.Si.

Anggota

Prof. Dr. Mundilarto, M.Pd.

Anggota

Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd.

Anggota

Prof. Dr. Madlazim, M.Si.

Anggota

Mengetahui

Direktor Pascasarjana Unesa



Prof. Dr. Ismet Basuki, M.Pd.
NIP. 196103261986011001

ABSTRAK

Khaeruddin. 2017. *Model Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA*. Disertasi, Program Studi Pendidikan Sains, Program Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya. Pembimbing: (I) Prof. Dr. Mohamad Nur dan (II) Dr. Wasis, M.Si.

Kata Kunci: *Keterampilan berpikir kritis, Keterampilan Proses Sains, model pembelajaran*

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang harus ditumbuhkembangkan bagi siswa agar mampu berdaya saing di abad ke-21. Keterampilan berpikir kritis dapat dilatihkan melalui investigasi autentik dalam proses pembelajaran. Penelitian ini, secara spesifik dirancang untuk mengembangkan model pembelajaran fisika melalui metode *Educational Design Research (EDR)* dalam rangka meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis dengan sintaks: (i) identifikasi ide; (ii) kolaborasi; (iii) investegasi autentik: *science processes skills*; (iv) diskusi kelas dan presentasi. **Validasi** pakar menunjukkan bahwa model Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains (PFBKPS) maupun perangkat pembelajaran sebagai pendukung model, valid secara isi maupun konstruk. **Kepraktisan** model PFBKPS ditinjau dari kemampuan guru mengelola pembelajaran. Hasil uji coba luas menunjukkan bahwa guru mengelola pembelajaran melalui model PFBKPS dalam mengajarkan materi Gerak Lurus dan Hukum Newton termasuk kategori sangat baik, yaitu masing-masing sebesar 3,22 dan 3,67. Rata-rata *pretest* keterampilan proses sains materi gerak lurus sebesar 34.72 meningkat menjadi 73.48 pada *posttest*, sedangkan rata-rata *pretest* keterampilan proses sains materi hukum Newton sebesar 49.12 meningkat menjadi 85.67 pada *posttest*. Peningkatan keterampilan proses sains seiring dengan peningkatan keterampilan berpikir kritis, yaitu rata-rata nilai *pretest* keterampilan berpikir kritis pada materi gerak lurus pada uji coba luas adalah sebesar 36.06 meningkat menjadi 67.15 pada *posttest*. Rata-rata nilai *pretest* pada materi Hukum Newton pada uji coba luas adalah sebesar 41.26 meningkat menjadi 75.65 pada *posttest*. Selain itu, model PFBKPS tercipta pembelajaran yang berpusat pada siswa seperti yang dtunjukkan oleh tingginya aktivitas siswa dalam pembelajaran, yaitu lebih 80% siswa aktivitas sesuai dengan skenario pembelajaran. Hasil uji coba luas ini juga menunjukkan bahwa model PFBKPS dapat dilaksanakan dan memudahkan guru membelajarkan siswa dan berlatih keterampilan berpikir kritis melalui kebiasaan berlatih keterampilan proses sains, sedangkan perangkat pembelajaran yang telah dirancang sebagai perangkat pendukung model PFBKPS menunjukkan bahwa **efektif** meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis. Selain itu, model PFBKPS juga efektif mengembangkan afektif dan meningkatkan psikomotorik siswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model PFBKPS dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa.

ABSTRACT

Khaeruddin. 2017. *Science Process Skills Based Physics Learning Model to Improve Critical Thinking Skills High School Students*. **Disertation**, Department of Science Education, Postgraduate School, Surabaya State University. Promotor: Prof. Dr. Mohamad Nur and Co Promotor: Dr. Wasis, M.Si.

Key Word: *Critical thinking skills, Science process skills, Learning model*

Critical thinking skills is one of the skills that must be cultivated for students to be able to competitiveness in the 21st century. Critical thinking skills can be trained through authentic investigations in the learning process. In this study, specifically designed to develop a model of learning physics through methods of Educational Design Research (EDR) in order to improve science process skills and critical thinking skills with the syntax: (i) identification of ideas, (ii) collaboration, (iii) investigasi authentic: science processes skills, (iv) the class discussion and presentations. **Validation** of experts showed that the model of Science Process Skills Based Physics Learning (SPSBPL) as well as a learning package to support models, in both content and construct valid. To determine the **practicality** of the model of SPSBPL in terms of the ability of teachers to manage learning. The results of trials shows that teachers manage learning through model of SPSBPL in teaching subject matter of Straight Motion and Newton's laws, including the excellent category, respectively of 3.22 and 3.67. On average pretest science process skills subject matter of straight motion of 34.72 increased to 73.48 on the posttest. While the average of pretest of science process skills, subject matter of Newton's laws of 49.12 increased to 85.67 on the posttest. Improved science process skills in line with the increase in critical thinking skills, which is the average of pretest of critical thinking skills on subject matter of straight motion on a trials of 36.06 increased to 67.15 on the posttest. The average of pretest on subject matter of Newton's law at trials of 41.26 area is increased to 75.65 on the posttest. In addition, the model of SPSBPL create a student-centered learning as showed by high activity of students in learning, ie more than 80% of students learning activities in accordance with the scenario. This results of trials also showed that the model of SPSBPL can be implemented and allows teachers learn of students and practicing critical thinking skills through practice habits science process skills. While learning package that has been designed as a support model of SPSBPL show that **effectively** improve science process skills and critical thinking skills. Additionally, the model of SPSBPL also effectively develop affective and improve of student's psychomotor. The results of this study indicate that model of SPSBPL can be applied to improve the quality of learning and improve science process skills and critical thinking skills of students.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan disertasi dengan judul ***Model Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA***. Disertasi ini diajukan kepada Program Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Doktor Pendidikan Program Studi Pendidikan Sains.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya disertasi ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak/Ibu:

1. Prof. Dr. Ismet Basuki, M.Pd. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya.
2. Prof. Dr. Rudiana Agustini, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya yang telah memberikan arahan dan motivasi pada penulis.
3. Dr. Erman, M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya yang telah memberikan arahan dan motivasi pada penulis.
4. Prof. Dr. Mohamad Nur dan Dr. Wasis, M.Si., selaku Promotor dan Kopromotor yang telah meluangkan waktu di sela-sela kesibukannya untuk membimbing penulis.

5. Prof. Dr. Mundilarto, M.Pd., Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd. dan Prof. Dr. Madlazim, M.Si., selaku reviewer kelayakan yang telah memberikan banyak masukan demi perbaikan disertasi.
6. Prof. Dr. Mundilarto, M.Pd. dan Dr. Insih W, M.Pd., selaku Validator model yang telah memberikan banyak masukan demi perbaikan buku model.
7. Prof. Dr. Jasruddin, M.Si. dan Prof. Dr. Muris, M.Si., selaku Validator perangkat yang telah memberikan banyak masukan demi perbaikan perangkat pembelajaran.
8. Seluruh Bapak/Ibu dosen Program Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
9. Drs. Anis Nur, M.Pd., Dra. St. Norma., dan Drs. Pamansari sebagai guru model dan pengamat aktivitas siswa selama proses pembelajaran berlangsung di kelas dalam ujicoba terbatas.
10. Binar Kurnia, P, S.Pd., M.Pd. dan Suyidno, S.Pd., M.Pd., sebagai teman diskusi dan seperjuangan yang saling mendukung dan mendoakan menuju ujian kelayakan.
11. Rekan-rekan mahasiswa program pascasarjana Universitas Negeri Surabaya prodi Pendidikan Sains angkatan 2011 serta semua pihak yang selalu memberikan dukungan dan doa.
12. Teristimewa **kedua orang tuaku**, terkhusus istriku tercinta **Idharahma Sjah Gaffar, ST.**, serta anak-anaku tersayang **Putri Nurfadillah Khaeruddin** dan **Nurul Azizah Khaeruddin** yang senantiasa memberi semangat, dukungan, serta do'a selama mengikuti program Doktor di Prodi Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya hingga penyelesaian Disertasi ini.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini masih banyak kekurangan, untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan makalah ini. Semoga dapat memberikan manfaat bagi agama, bangsa dan negara.

Surabaya, April 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	<i>Hal</i>
Halaman Judul	i
Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Bagan	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Lampiran	xv
Bab. I. Pendahuluan	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	11
C. Tujuan	12
D. Lingkup Penelitian	14
E. Definisi Istilah	14
F. Asumsi	15
G. Manfaat	16
Bab. II. Kajian Pustaka	17
A. Hakikat Pembelajaran Sains	17
B. Keterampilan Berpikir Kritis	20
1. Keterampilan Proses Sains	21
2. Konsep Keterampilan Berpikir Kritis	24
3. Keterampilan Berpikir Kritis dalam Mata Pelajaran Fisika	28
C. Teori Belajar yang Mendukung Tumbuhnya Keterampilan Berpikir Kritis	33
1. Teori Belajar Sosial	36
2. Teori Konstruktivis	40
D. Penelitian yang Relevan	46
E. Model Pembelajaran yang Relevan dengan Keterampilan Berpikir Kritis	49
1. Model Pembelajaran	49
2. Model Pembelajaran yang dapat Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis	53
a. Pembelajaran Berdasarkan Masalah	53
b. Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok	56
c. Pembelajaran Berbasis Proyek (<i>Project Based Learning</i>)	60
d. Pembelajaran Discovery/Inquiry (<i>Discovery/Inquiry Learning</i>)	64
e. Pembelajaran Diskusi	68
f. Pembelajaran Presentasi	70

3. Spesifikasi Model Pembelajaran untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis	72
4. Perbandingan Model Pembelajaran yang dapat Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis	77
F. Kerangka Pikir	79
G. Model Hipotetik Model Pembelajaran untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis	83
Bab. III. Metode Penelitian	92
A. Jenis dan Rancangan Penelitian	92
B. SubJek, Tempat, dan Waktu Penelitian	93
C. Tahapan Penelitian	93
D. Instrumen Penelitian	108
E. Teknik Pengumpulan Data	111
F. Teknik Analisis Data	112
G. Matriks Penelitian	118
Bab IV. Hasil Penelitian	120
A. Validitas Model PFBKPS	120
B. Validitas Perangkat Pembelajaran Pendukung Model PFBKPS	124
C. Hasil Uji coba	139
1. Kepraktisan	140
a. Keterlaksanaan Pembelajaran	140
b. Kendala Saat Diterapkan Model PFBKPS	151
2. Keefektifan	152
a. Hasil Tes Keterampilan Proses Sains	152
b. Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis	158
c. Pengamatan Afektif	164
d. Pengamatan Psikomotorik	166
e. Aktivitas Siswa dalam Proses Pembelajaran di Kelas	170
f. Respon Siswa terhadap Kegiatan Proses Pembelajaran di Kelas	176
Bab V. Diskusi Hasil Penelitian	181
A. Validitas Model Pembelajaran dan Perangkatnya	181
B. Hasil Uji Coba	200
1. Kepraktisan Model PFBKPS	200
2. Keefektifan Model PFBKPS	208
C. Temuan Penelitian	219
Bab VI. Penutup	221
A. Simpulan	221
B. Saran	225
Daftar Pustaka	227
Lampiran	239

DAFTAR TABEL

	<i>hal</i>
Tabel 2.1	Indikator dan Deskriptor Keterampilan Berpikir Kritis 27
Tabel 2.2	Kompetensi Inti dan Dasar Tingkat SMA/MA Kelas X Mata Pelajaran Fisika 30
Tabel 2.3	Aspek Model Pembelajaran 52
Tabel 2.4	Perbedaan Pembelajaran Kooperatif dengan Pembelajaran Kolaboratif 59
Tabel 2.5	Persamaan Pembelajaran Kooperatif dengan Pembelajaran Kolaboratif 60
Tabel 2.6	Perbandingan Model Pembelajaran yang Dapat Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis 78
Tabel 2.7	Kelebihan dan kelemahan Model PBL dan Model PFBKPS Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis 78
Tabel 2.8	Sintaks Model PFBKPS 83
Tabel 2.9	Dukungan Teoritis dan Empirik Model PFBKPS 84
Tabel 2.10	Aktivitas Guru, Siswa, dan Hasil Belajar dengan Menggunakan Model PFBKPS 88
Tabel 3.1	Spesifikasi Model PFBKPS yang Dikembangkan 102
Tabel 3.2	Spesifikasi Perangkat PFBKPS yang Dikembangkan 104
Tabel 3.3	Kriteria Penilaian Validasi Model PFBKPS dan Perangkatnya 113
Tabel 3.4	Kriteria Hasil Penilaian Pelaksanaan Pembelajaran 114
Tabel 3.5	Kriteria Persentase Respon Siswa 118
Tabel 3.6	Matriks Penelitian 118
Tabel 4.1	Hasil Validasi Model PFBKPS 121
Tabel 4.2	Hal-hal yang Direvisi Terkait dengan Model Pembelajaran 122
Tabel 4.3	Hasil Validasi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) 125
Tabel 4.4	Hasil Validasi Lembar Kerja Siswa (LKS) 126
Tabel 4.5	Hasil Validasi Buku Siswa (BS) 127
Tabel 4.6	Hasil Validasi Tes Keterampilan Berpikir Kritis 128
Tabel 4.7	Hal-hal yang Direvisi Terkait dengan Perangkat Pembelajaran 129
Tabel 4.8	Rincian Penggunaan Waktu pada Uji Coba Terbatas 140
Tabel 4.9	Rincian Penggunaan Waktu pada Uji Coba Luas 142
Tabel 4.10	Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Gerak Lurus Uji Coba Terbatas 143
Tabel 4.11	Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Hukum Newton Uji Coba Terbatas 144
Tabel 4.12	Rincian Hasil Evaluasi Berdasarkan Pelaksanaan Uji Coba Terbatas 145
Tabel 4.13	Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar 147

Tabel 4.14	Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Hukum Newton Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar	147
Tabel 4.15	Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar	148
Tabel 4.16	Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Hukum Newton Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar	148
Tabel 4.17	Kendala-kendala selama Pelaksanaan Pembelajaran	150
Tabel 4.18	Hasil Tes Keterampilan Proses Sains Uji Coba Terbatas	152
Tabel 4.19	Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Proses Sains Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar	153
Tabel 4.20	Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Proses Sains Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar	154
Tabel 4.21	Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Proses Sains Materi Hukum Newton Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar	154
Tabel 4.22	Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Proses Sains Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar	155
Tabel 4.23	Hasil Analisis <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Proses Sains (KPS) pada Uji Coba Luas	156
Tabel 4.24	Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Uji Coba Terbatas	158
Tabel 4.25	Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar	159
Tabel 4.26	Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar	159
Tabel 4.27	Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Materi Hukum Newton Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar	160
Tabel 4.28	Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Materi Hukum Newton Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar	160
Tabel 4.29	Hasil Analisis <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) pada Uji Coba Luas	160
Tabel 4.30	Analisis Regresi Linier Keterampilan Proses Sains (KPS) dengan Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) pada Uji Coba Luas	163
Tabel 4.31	Hasil Pengamatan Afektif SMAN 9 Makassar	165
Tabel 4.32	Hasil Pengamatan Afektif SMAN 10 Makassar	165
Tabel 4.33	Hasil Pengamatan Psikomotorik SMAN 9 Makassar	166
Tabel 4.34	Hasil Pengamatan Psikomotorik SMAN 10 Makassar	167
Tabel 4.35	Aktivitas Siswa dalam Proses Pembelajaran di Kelas Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar	171
Tabel 4.36	Aktivitas Siswa dalam Proses Pembelajaran di Kelas Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar	172
Tabel 4.37	Aktivitas Siswa dalam Proses Pembelajaran di Kelas Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar	173
Tabel 4.38	Aktivitas Siswa dalam Proses Pembelajaran di Kelas	174

	Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar	
Tabel 4.39	Respon Siswa terhadap Kegiatan Proses Pembelajaran di Kelas SMAN 9 Makassar	176
Tabel 4.40	Respon Siswa terhadap Kegiatan Proses Pembelajaran di Kelas SMAN 10 Makassar	178
Tabel 5.1	Model PFBKPS Terbukti Berkualitas Tinggi	218

DAFTAR BAGAN

	<i>hal</i>
Bagan 2.1	Kerangka Pikir 80
Bagan 2.2	Model Hipotetik Pengembangan Model Pembelajaran PFBKPS (Dimodifikasi dari Sugiyono, 2010) 91
Bagan 3.1	Tahapan Penelitian (Dimodifikasi dari Sugiyono, 2010; Fraenkel, et al., 2007) 98

DAFTAR GAMBAR

	<i>hal</i>
Gambar 3.1 Desain <i>One-Group Pretest-Posttest</i> (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2012, p. 269)	95

DAFTAR LAMPIRAN

	<i>hal</i>
Lampiran 1	Hasil Validasi Model PFBKPS 239
Lampiran 2	Hasil Validasi Perangkat Pendukung Model PFBKPS 241
Lampiran 3	Hasil Pengamatan Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran pada Uji Coba Luas 250
Lampiran 4	Hasil Pengamatan Aktivitas Siswa selama Pembelajaran pada Uji Coba Luas 262
Lampiran 5	Hasil Tes Kinerja Keterampilan Proses Sains pada Uji Coba Luas 274
Lampiran 6	Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis pada Uji Coba Luas 283
Lampiran 7	Hasil Pengamatan Afektif selama Pembelajaran Berlangsung pada Uji Coba Luas 292
Lampiran 8	Hasil Pengamatan Psikomotorik selama Pembelajaran Berlangsung pada Uji Coba Luas 297
Lampiran 9	Data Respon Siswa terhadap Proses Pembelajaran di Kelas pada Uji Coba Luas 303
Lampiran 10	Produk Penelitian 307
a. Buku Model PFBKPS	307
b. LKS Uji Coba Terbatas	353
c. Perangkat Pembelajaran SMA Uji Coba Luas	361
(i) Silabus	361
(ii) RPP	367
(iii) LKS dan Kunci LKS	373
(iv) Tabel Spesifikasi Lembar Penilaian	387
(v) RPP Ringkas	421
d. Perangkat Pembelajaran SMA dengan Menggunakan Program PhET Uji Coba Luas	422
(i) Silabus	422
(ii) RPP	428
(iii) LKS	434
(iv) Kunci LKS	449
(v) Tabel Spesifikasi Lembar Penilaian	464
(vi) RPP Ringkas	515
e. Buku Siswa	516
f. Tes Uji Coba Luas Materi Gerak Lurus	556
(i) Lembar Soal Keterampilan Berpikir Kritis	556
(ii) Kunci Jawaban Keterampilan Berpikir Kritis	562
(iii) Rubrik Penilaian Keterampilan Berpikir Kritis	568

(iv)	Lembar Soal Keterampilan Proses Sains	572
(v)	Kunci Jawaban Keterampilan Proses Sains	578
(vi)	Rubrik Penilaian Keterampilan Proses Sains	583
(vii)	Lembar Pengamatan Afektif	586
(viii)	Lembar Pengamatan Psikomotorik	589
g.	Tes Uji Coba Luas Materi Hukum Newton (Menggunakan Program PhET)	591
(i)	Lembar Soal Keterampilan Berpikir Kritis	591
(ii)	Kunci Jawaban Keterampilan Berpikir Kritis	597
(iii)	Rubrik Penilaian Keterampilan Berpikir Kritis	602
(iv)	Lembar Soal Keterampilan Proses Sains	605
(v)	Kunci Jawaban Keterampilan Proses Sains	619
(vi)	Rubrik Penilaian Keterampilan Proses Sains	633
(vii)	Lembar Pengamatan Afektif	636
(viii)	Lembar Pengamatan Psikomotorik	639
h.	Lembar Validasi Instrumen Tes dan Pengamatan	643
(i)	Instrumen 01 Validasi Model	643
(ii)	Instrumen 02 RPP	647
(iii)	Instrumen 03 Validasi LKS	650
(iv)	Instrumen 04 Buku Siswa	653
(v)	Instrumen 05a Tes Keterampilan Berpikir Kritis	658
(vi)	Instrumen 05b Tes Keterampilan Proses Sains	661
(vii)	Instrumen 05c Lembar Pengamatan Afektif	664
(viii)	Instrumen 05d Lembar Pengamatan Psikomotorik	667
(ix)	Instrumen 06 Lembar Pengamatan Pelaksanaan RPP	670
(x)	Instrumen 07 Lembar Pengamatan Aktivitas siswa	674

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berkaitan dengan cara mencari tahu tentang fenomena alam secara sistematis, sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan berupa fakta-fakta dan konsep-konsep. Proses pembelajaran IPA menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar siswa menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Pembelajaran IPA diarahkan untuk mencari tahu dan berbuat sehingga dapat membantu siswa untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar.

Fisika merupakan salah satu cabang IPA (kata IPA selanjutnya disebut dengan kata sains) yang mendasari perkembangan teknologi maju dan konsep hidup harmonis dengan alam. Sebagai ilmu yang mempelajari fenomena alam, fisika juga memberikan pelajaran yang baik kepada manusia untuk hidup selaras berdasarkan hukum alam. Pada tingkat SMA/MA, fisika dipandang penting untuk diajarkan sebagai mata pelajaran tersendiri dengan beberapa pertimbangan. Pertama, selain memberikan bekal ilmu kepada siswa, mata pelajaran fisika dimaksudkan sebagai wahana untuk menumbuhkan kemampuan berpikir yang berguna untuk memecahkan masalah di dalam kehidupan sehari-hari. Kedua, mata pelajaran fisika perlu diajarkan untuk tujuan yang lebih khusus, yaitu membekali siswa pengetahuan, pemahaman dan sejumlah kemampuan yang dipersyaratkan

untuk memasuki jenjang pendidikan yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu dan teknologi. Oleh karena itu, dalam kurikulum pembelajaran fisika seharusnya dilaksanakan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta berkomunikasi sebagai salah satu aspek penting kecakapan hidup (BSNP, 2006). Pernyataan ini sejalan dengan keterampilan yang dibutuhkan untuk mengembangkan teknologi abad 21, yaitu keterampilan kognitif, keterampilan interpersonal, dan keterampilan intrapersonal. Berkaitan dengan hal tersebut, keterampilan berpikir kritis dipandang sebagai keterampilan kognitif dalam menginterpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, menjelaskan, dan pengaturan diri (Bailin, Case, Coombs, & Daniels, 1999).

Uraian di atas menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan yang harus ditumbuhkembangkan bagi siswa agar mampu berdaya saing di abad ke-21, tetapi untuk memacu berkembangnya keterampilan berpikir termasuk keterampilan berpikir kritis, harus dikembangkan keterampilan proses siswa (BSNP, 2006). Karamustafaoglu (2011) menyatakan bahwa pengembangan keterampilan proses sains memungkinkan siswa mengkonstruksi dan menyelesaikan masalah serta berpikir kritis. Kemungkinan ini dapat terjadi karena komponen-komponen berpikir kritis sebagian besar merupakan komponen keterampilan proses sains seperti *designing experiments, testing hypotheses, hypothesizing, predicting, inferring, classifying, measuring, observing* (Hassard, 2005, p.332). Dengan demikian, jika keterampilan proses sains siswa berkembang, maka diduga keterampilan berpikir kritis mereka juga akan berkembang. Hal ini didukung hasil penelitian Liliyasi (2008), yang menyatakan

bahwa keterampilan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui pengembangan keterampilan proses sains.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa di Indonesia belum menggembirakan. Hal ini dapat dilihat pada enam penelitian: (a) hasil penelitian Haryono (2006), menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa SD di Kabupaten Pati, Purbalingga, dan Sukoharjo masih rendah, yaitu sebesar 46,08%; (b) hasil penelitian Sohibin, Dwijananti, Marwoto (2009) menemukan keterampilan siswa SD Sekaran Gunungpati Semarang dalam mengklasifikasi, mengamati, meminimalkan kesalahan, dan menyimpulkan masih kecil, yaitu sebesar 65,90%; (c) hasil penelitian Widayanto (2009) menunjukkan bahwa perolehan nilai rata-rata persentase keterampilan proses siswa SMAN 3 Sragen, yaitu observasi, mengklasifikasi, memprediksi, menyimpulkan, mengidentifikasi variabel, membuat tabel data, membuat grafik menganalisis variabel, menyusun hipotesis, mengukur, dan merancang penelitian sebesar 48,66%; (d) hasil penelitian Khaeruddin, Martawijaya, & Natsir (2011) menunjukkan bahwa nilai rata-rata persentase keterampilan proses sains Siswa SMA Negeri 9 Makassar dengan menggunakan tes kinerja sebesar 43,00% dengan rincian keterampilan melakukan pengamatan (45%), mengajukan pertanyaan (43%), merumuskan hipotesis (42%), melakukan eksperimen (45%), membuat tabel (43%), membuat grafik (40%), dan membaca grafik (41%); (e) hasil penelitian Triwiyono (2011) di SMP Jayapura menunjukkan bahwa rata-rata persentase kemampuan siswa mengkomunikasikan dan membuat inferensi sebesar 52%; (f) hasil penelitian Nur (2011a) menunjukkan bahwa nilai rata-rata

keterampilan proses sains SMA Al Hikmah Surabaya mengidentifikasi pernyataan tentang pengamatan (0,39), inferensi (0,42), prediksi (0,43), klasifikasi (0,47), model (0,55), hipotesis (0,54), mengidentifikasi variabel independen dari suatu eksperimen (0,40), dan mengidentifikasi variabel dependen dari suatu eksperimen (0,13). Jadi beberapa hasil penelitian di Indonesia, secara konsisten menunjukkan keterampilan proses sains siswa belum optimal (Haryono, 2006; Sohibin, et al., 2009; Widayanto, 2009; Khaeruddin, et al., 2011; Triwiyono, 2011; Nur, 2011a).

Permasalahan keterampilan proses sains siswa, sebenarnya bukan hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga terjadi di negara lain. Hasil penelitian Akinyemi & Folashade (2010) menemukan bahwa analisis hasil ujian praktik keterampilan proses sains-fisika yang diselenggarakan oleh *the West African Senior Secondary School Certificate* di Nigeria dalam kurun waktu 10 tahun (1998-2007) masih rendah. Hal ini terlihat pada perolehan nilai persentase keterampilan proses sains siswa memanipulasi (17,20%), menghitung (14,20%), merekam atau mencatat (13,60%), mengamati (12,00%), dan mengomunikasikan (11,40%).

Rendahnya keterampilan proses sains ternyata seiring dengan rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini dibuktikan oleh hasil *preliminary study* pada enam SMA di kota Makassar dengan jumlah siswa sebanyak 200 orang. Hasil *preliminary study* diperoleh rata-rata keterampilan siswa menginterpretasi sebesar 1,53, menganalisis sebesar 1,15, dan menginferensi sebesar 1,52. Hasil ini juga terjadi pada mahasiswa, yaitu keterampilan berpikir kritis mahasiswa masih rendah. Oleh karena, dari 108 mahasiswa yang mengikuti tes diperoleh rata-rata keterampilan menginterpretasi sebesar 1,46, menganalisis sebesar 1,46, dan

menginferensi sebesar 1,79 (Khaeruddin, 2013a). Nilai tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara keterampilan berpikir kritis dengan keterampilan proses sains dan kedua-duanya masih tergolong rendah, dibandingkan dengan nilai maksimum yang mungkin dicapai oleh siswa, yaitu sebesar nilai 10,00. Padahal menurut Michael Scriven (Jennifer, 1998), tugas utama pendidikan adalah melatih siswa dan atau mahasiswa untuk berpikir kritis karena tuntutan pekerjaan dalam ekonomi global, kelangsungan hidup secara demokratis dan keputusan pribadi serta keputusan dalam masyarakat yang semakin kompleks memerlukan orang yang bisa berpikir dengan baik dan membuat penilaian yang baik. Oleh karena itu, berpikir kritis merupakan hal penting yang harus diajarkan kepada siswa dan atau mahasiswa untuk sukses dalam dunia yang semakin kompleks.

Paul meyakini bahwa berpikir kritis merupakan landasan penting bagi pendidikan untuk melakukan adaptasi terhadap tuntutan abad ke-21 secara personal maupun sosial. Dalam pandangan dunia yang cepat berubah dan realitas global terdapat kebutuhan penting bagi individu untuk mengembangkan keterampilan dan kemampuan yang memungkinkan mereka untuk beradaptasi dengan perubahan dan merespon tuntutan abad ke-21.

Permasalahan keterampilan berpikir kritis sama dengan permasalahan keterampilan proses sains, bukan hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga terjadi di negara lain. Pendidikan tinggi Australia Tahun 2011 melaporkan bahwa dua tahun pertama pembelajaran di kampus terdapat 45% mahasiswa keterampilan berpikir kritis dan bernalar tidak mengalami peningkatan secara signifikan dan setelah empat tahun pembelajaran terdapat 36% mahasiswa keterampilan berpikir kritis

dan bernalar tidak mengalami peningkatan secara signifikan (Martin, 2011). Selain itu, khusus materi fisika “kinematika“ hasil penelitian Brian, Stephen, Luanna (2008) menemukan bahwa dari 100 mahasiswa diminta untuk memberikan argumentasi mengenai “Waktu yang dibutuhkan oleh sebuah benda yang melekat pada pegas untuk mencapai posisi kesetimbangan setelah dilepas pada berbagai jarak dari keseimbangan.” Kurang dari 20% mahasiswa yang dapat memberikan penjelasan yang benar. Hal ini diperkuat hasil wawancara seorang mahasiswa, yaitu "Saya hanya tahu semakin jauh seseorang pergi, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk kembali pada posisi semula." Artinya mahasiswa memprediksi bahwa diperlukan waktu lebih lama, jika pegas ditarik lagi. Bahkan mahasiswa lain mengatakan bahwa "Semakin jauh jarak yang akan ditempuh, maka semakin besar gaya yang dibutuhkan, dan semakin cepat kembali pada posisi semula." Pernyataan ini menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa pada kasus ini hanya tertuju pada kecepatan dan waktu, sehingga mahasiswa belum mampu memberikan argumentasi yang benar. Padahal menurut Ennis (1996) memberikan argumentasi dalam memahami suatu kasus merupakan salah satu indikator keterampilan berpikir kritis seseorang.

Facione (2011) menyatakan bahwa lebih dari 1.100 kajian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis di perguruan tinggi berkorelasi secara signifikan dengan Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) mahasiswa. Kajian ini didukung oleh penelitian Ozkahraman & Yildirim (2011) dengan melaksanakan program pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis pada mahasiswa selama 14 minggu. Hasil penelitian Ozkahraman dan Yildirim menunjukkan bahwa

kelompok mahasiswa program pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis lebih baik hasil belajarnya dibandingkan dengan kelompok mahasiswa tanpa program pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis. Dengan berdasar pada hasil penelitian tersebut, maka dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara keterampilan berpikir kritis dengan hasil belajar mahasiswa.

Oleh karena itu, melatih siswa berpikir kritis harus menjadi tujuan utama dari suatu lembaga pendidikan, karena meskipun siswa memiliki pengetahuan, tetapi tidak diajarkan cara berpikir analitis, maka mereka rentan melakukan penalaran yang keliru. Untuk itu, tugas utama bagi pendidik adalah mempromosikan belajar memecahkan masalah tidak hanya masalah sekolah, tetapi masalah kehidupan sehari-hari. Brookfield, Tennant, & Pogson (2005) menyimpulkan bahwa tanpa kemampuan berpikir dan bertindak kritis, maka tidak akan pernah berusaha untuk mengubah struktur sosial atau dapat menekan aksi sosial secara kolektif. Bahkan Sternberg (2003) berpendapat bahwa masa depan suatu bangsa terletak pada kemampuan berpikir warganya.

Hasil *preliminary study* terhadap 31 guru yang tersebar pada enam SMA di kota Makassar melalui analisis dokumen perangkat pembelajarannya menunjukkan bahwa perangkat sebagai acuan dalam proses pembelajaran belum merangsang berkembangnya keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa (Khaeruddin, 2013b). Hal ini berdampak pada ketercapaian indikator dalam pembelajaran belum maksimal tentang hal-hal berikut: (i) aspek kognitif proses siswa meliputi merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel

manipulasi, mengidentifikasi variabel respon, mengidentifikasi variabel kontrol, membuat grafik, melakukan analisis data, membuat inferensi, dan merumuskan kesimpulan masih rendah. Artinya membangun literasi sains siswa belum optimal, yaitu pemahaman terhadap istilah-istilah sains dan keterampilan proses sains masih rendah; (ii) aspek psikomotorik, yaitu siswa merangkai alat untuk melakukan eksperimen “Pengaruh massa benda terhadap gaya gesek” serta mengukur besaran gaya dengan menggunakan neraca pegas belum terampil; (iii) aspek afektif, siswa belum terlibat aktif dalam proses pembelajaran mengembangkan keterampilan sosial, meliputi bertanya, mendengarkan pendapat orang lain dalam diskusi, menjalin kerjasama (Khaeruddin, 2013b). Hasil ini sesuai dengan penelitian Nur di SMA yang menemukan bahwa rendahnya keterampilan proses sains siswa disebabkan oleh: (i) siswa belum memperoleh kesempatan maksimal dalam belajar keterampilan proses sains, (ii) siswa belum memperoleh kesempatan mengembangkan keterampilan sosial, (iii) belum diajarkan secara utuh, (iv) siswa baru memperoleh kesempatan belajar sains sebagai produk, belum belajar sains sebagai proses serta (v) siswa tampak asing atau belum terbiasa mengerjakan tes keterampilan proses (Nur, 2011a).

Selain itu, guru kurang mengenali kemampuan dan potensi yang dimiliki siswanya. Padahal kemampuan mengenali potensi berpikir siswa akan mempermudah guru menyusun, merumuskan dan melaksanakan pembelajaran. Untuk menunjang pelaksanaan pembelajaran sains sangat dibutuhkan bahan ajar yang dapat mengembangkan keterampilan proses sains. Keberadaan bahan ajar penting sekali dalam menunjang keberhasilan pembelajaran sesuai dengan tujuan

pembelajaran yang akan dicapai. Oleh karena, bahan ajar dapat menjembatani pengalaman keterampilan proses sains dengan pengetahuan siswa, ketercukupan konsepnya, kedalaman, serta aplikasinya dalam konteks kehidupan sehari-hari siswa (Toharudin, Sri Hendrawati, & Rustaman, 2011).

Brookfield, et al (2005) mendorong pendidik untuk mengambil sikap kritis yang reflektif terhadap pengajaran dan membantu siswa mengenali dan menghadapi dunia lingkungan mereka. Ketika guru mempraktekkan berpikir kritis dalam pembelajaran, maka mendorong terciptanya kelas demokratis (Ozkahraman & Yildirim, 2011). Paul merekomendasikan bahwa pendidik seharusnya menumbuhkan pikiran logis dan kritis dibanding menghafal kesimpulan dari orang lain. Siswa memiliki kewajiban dan tanggungjawab atas pikiran, perilaku, dan kehidupan mereka. Di samping itu, pendidik harus mampu melakukan pendekatan pemecahan masalah dan pemikiran kritis dalam pembelajaran (Ozkahraman & Yildirim, 2011).

Penelitian mengenai keterampilan berpikir kritis telah banyak dilakukan. Bahkan para ahli pendidikan telah banyak mengembangkan model pembelajaran dalam rangka peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Namun, model pembelajaran yang ada saat ini masih bersifat general dan memiliki beberapa kelemahan-kelemahan untuk diimplementasikan di Indonesia seperti model pembelajaran PBL (*Problem Based Learning*). Model PBL, menuntut guru membuat perencanaan pembelajaran yang lebih matang, membutuhkan fasilitas laboratorium yang memadai, serta membutuhkan waktu yang lama. Selain daripada itu, kelemahan model PBL adalah sintaks fase 3 sebagai fase inti dalam

rangka meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dimana kegiatan guru tidak secara eksplisit menyebutkan investegasi autentik: *Science Processes Skills*. Padahal Karamustafaoglu (2011), pengembangan keterampilan proses sains memungkinkan siswa mengkonstruk dan menyelesaikan masalah serta berpikir kritis.

Kelemahan-kelemahan tersebut di atas dibuktikan oleh hasil *preliminary study* terhadap 31 guru yang tersebar pada enam SMA di kota Makassar melalui analisis dokumen perangkat pembelajarannya yang menunjukkan bahwa perangkat sebagai acuan dalam proses pembelajaran belum merangsang berkembangnya keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa (Khaeruddin, 2013b). Hasil *preliminary study* seiring dengan respon siswa dimana lebih dari 88% menyatakan bahwa belum pernah atau jarang mengerjakan LKS yang berorientasi pada Keterampilan Proses Sains (KPS). Berdasarkan hasil wawancara guru, mereka mengatakan jarang melakukan kegiatan percobaan disebabkan oleh karena LKS yang berorientasi pada KPS (LKS KPS) tidak mudah ditemukan dan memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium sehingga jika Model PBL diimplementasikan dalam proses pembelajaran membutuhkan waktu yang lama.

Berdasarkan kelemahan model tersebut di atas dan rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa, maka dikembangkan model pembelajaran fisika yang secara spesifik didesain dalam rangka meningkatkan keterampilan berpikir siswa. Model ini mengoptimalkan keterampilan proses sains melalui penggunaan LKS KPS dilengkapi dengan simulasi PhET dalam satu fase sintaks tertentu untuk

mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama. Model pembelajaran yang dikembangkan adalah Model Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains yang disingkat dengan nama model PFBKPS.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah kajian peneitian ini adalah ”Bagaimanakah kelayakan model PFBKPS dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa SMA?” Untuk menjawab masalah tersebut, maka dilakukan dua tahap kegiatan penelitian, yaitu tahap pengembangan model pembelajaran, dan tahap implementasi model pembelajaran.

1. Tahap Pengembangan Model

- a. Bagaimana validitas model PFBKPS yang dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa?
- b. Bagaimana validitas perangkat yang dikembangkan untuk mendukung model pembelajaran dalam rangka meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa?

2. Tahap Implementasi Model Pembelajaran

- a. Bagaimana kepraktisan model PFBKPS yang dikembangkan saat diterapkan? Rumusan masalah ini dapat dijabarkan sebagai berikut.
 - 1) Bagaimana keterlaksanaan pembelajaran dengan menerapkan model PFBKPS yang dikembangkan?

- 2) Bagaimana aktivitas siswa selama diterapkan model PFBKPS yang dikembangkan?
 - 3) Kendala apa saja yang dihadapi guru saat diterapkan model PFBKPS yang dikembangkan?
- b. Bagaimana keefektifan model PFBKPS yang dikembangkan untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis? Rumusan masalah ini dapat dijabarkan sebagai berikut.
- 1) Bagaimana peningkatan keterampilan proses sains siswa melalui penerapan model PFBKPS yang dikembangkan?
 - 2) Bagaimana peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penerapan model PFBKPS yang dikembangkan?
 - 3) Bagaimana respon siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran dengan menerapkan model yang dikembangkan?

C. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah penelitian, tujuan umum dari penelitian ini adalah mengembangkan model pembelajaran yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa SMA. Tujuan khusus dari penelitian ini dapat dijabarkan berdasarkan dua tahapan penelitian, yaitu tahap pengembangan model pembelajaran dan tahap implementasi model pembelajaran.

1. Tahap Pengembangan Model

Tahap pengembangan model bertujuan untuk memperoleh deskripsi sebagai berikut.

- a. Validitas model PFBKPS yang dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa.
- b. Validitas perangkat pendukung implementasi model pembelajaran PFBKPS yang dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa.

2. Tahap Implementasi Model Pembelajaran

- a. Untuk mengkaji kepraktisan model PFBKPS yang dikembangkan saat diterapkan. Tujuan ini untuk memperoleh deskripsi sebagai berikut.
 - 1) Keterlaksanaan pembelajaran dengan menerapkan model PFBKPS yang dikembangkan.
 - 2) Aktivitas siswa selama diterapkan model PFBKPS yang dikembangkan.
 - 3) Kendala apa saja yang dihadapi guru saat diterapkan model PFBKPS yang dikembangkan.
- b. Untuk mengkaji keefektifan model PFBKPS yang dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis. Tujuan ini untuk memperoleh deskripsi sebagai berikut.
 - 1) Peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penerapan model PFBKPS yang dikembangkan.

- 2) Respon siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran dengan menerapkan model yang dikembangkan.

D. Lingkup Penelitian

Sebagaimana ditunjukkan dalam bagian A latar belakang, penelitian ini berkaitan dengan pengembangan model pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini dicirikan oleh kemampuan siswa menginterpretasi, menganalisis, dan menginferensi melalui mata pelajaran fisika kelas X Sekolah Menengah Atas (SMA) semester 1. Dalam konteks Indonesia, keterampilan berpikir kritis merupakan kompetensi masa depan pada jenjang pendidikan sekolah dasar sampai dengan sekolah menengah (Kemdikbud, 2016). Dengan demikian, penelitian ini melibatkan guru fisika dan siswa SMA.

E. Definisi Istilah

Beberapa istilah dalam penelitian ini didefinisikan sebagai berikut.

1. Model Pembelajaran adalah pola atau rencana yang dapat dijadikan sebagai dasar untuk memilih bahan ajar dan memandu guru mengajar (Joyce, Weil, & Calhoun, 2000).
2. Model pembelajaran fisika adalah pola atau rencana yang dapat dijadikan sebagai dasar untuk memilih materi fisika dan memandu guru mengajar fisika dengan ciri memiliki: (i) teori pendukung model yang dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, (ii) sintaks, (iii) sistem sosial, (iv) prinsip reaksi, (v) sistem pendukung, dan (vi) dampak instruksional dan pengiring model (Joyce, et al., 2000).

3. Model Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains adalah pola pembelajaran yang dilandasi dengan sintaks: (i) identifikasi ide, (ii) kolaborasi, (iii) investigasi autentik: *science processes skills*, (iv) diskusi kelas dan presentasi untuk mewujudkan tumbuhnya keterampilan berpikir kritis siswa (Cooper & Simonds, 1995; Gokhale, 1995; Cooper & Robinson, 1998; Klimovienė, Urbonienė, & Barzdžiukienė, 2006; Bai, 2009; Lien, 2009; Allison & Pan, 2011).
4. Berpikir kritis adalah keterampilan berpikir yang melibatkan proses kognitif tingkat tinggi, yaitu interpretasi, analisis, dan inferensi (Kheng, 2008; Facione, 2011).
5. Valid terdiri dari validitas isi dan konstruk. Validitas isi (*content validity*) adalah *there is a need for the intervention and its design is based on state-of-the-art scientific knowledge*. Validitas konstruk (*construct validity*) adalah *The intervention is 'logically' designed* (Akker, Bannan, Kelly, Nieveen, & Plomp, 2007).
6. Praktis (*practicality*) adalah *the intervention is realistically usable in the settings for which it has been designed and developed* (Akker, et al., 2007).
7. Efektif (*effectiveness*) adalah *using the intervention results in desired outcomes* (Akker, et al., 2007).

F. Asumsi

Penelitian ini memiliki dua asumsi: (i) validator dalam memvalidasi model pembelajaran dan perangkat pembelajaran yang meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Buku Siswa (BS), Lembar Kerja Siswa (LKS), Tes

Keterampilan Berpikir Kritis (TKBK), Tes Keterampilan Proses Sains (TKPS) bersikap profesional; (ii) siswa menyampaikan pendapat atau merespon terhadap proses pembelajaran dengan menggunakan model PFBKPS.

G. Manfaat

Penelitian ini memiliki dua manfaat, yaitu manfaat teoritis (keilmuan) dan manfaat praktis (pemecahan masalah).

1. Manfaat teoritis (keilmuan)

Penelitian ini memberikan tiga manfaat teoritis: (i) memberi konstribusi pembelajaran fisika yang dikembangkan berdasar keterampilan berpikir kritis; (ii) memperluas pengetahuan mengenai keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis; (iii) mereferensi untuk pengembangan pembelajaran fisika yang dapat mengoptimalkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis.

2. Manfaat praktis (pemecahan masalah)

Penelitian ini memberikan manfaat praktis, yaitu memberikan referensi bagi guru dalam mengelola pembelajaran yang efektif di kelas dengan cara mengoptimalkan keterampilan proses sains melalui proses pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Hakikat Pembelajaran Sains

Pada dasarnya manusia ingin tahu lebih banyak tentang sains, antara lain sifat sains, model sains, dan filsafat sains. Setiap orang mengakui pentingnya sains dipelajari dan dipahami, tetapi tidak semua masyarakat mudah memahaminya. Pada umumnya siswa menganggap bahwa sains itu sulit, oleh karena untuk mempelajari sains harus mempunyai kemampuan memadai seperti menjadi seorang ilmuwan. Terdapat tiga alasan perlunya memahami sains antara lain, yaitu kebutuhan akan lebih banyak ilmuwan, untuk mendapatkan penghasilan, dan tuntutan kurikulum untuk mempelajari sains. Mendefinisikan sains secara sederhana, singkat dan dapat diterima secara universal sangat sulit dibandingkan dengan mendefinisikan ilmu-ilmu lain.

Beberapa ilmuwan memberikan definisi sains sesuai dengan pengamatan dan pemahamannya. Carin (1993, h.3) mendefinisikan sains sebagai *“The activity of questioning and exploring the universe and finding and expressing it’s hidden order.”* Sains mengandung makna pengajuan pertanyaan, pencarian jawaban, pemahaman jawaban, penyempurnaan jawaban baik gejala maupun karakteristik alam sekitar melalui metode yang sistematis. Belajar sains tidak sekedar belajar informasi sains tentang fakta, konsep, prinsip, hukum dalam wujud ‘pengetahuan deklaratif,’ akan tetapi belajar sains juga belajar tentang cara memperoleh informasi sains, cara sains dan teknologi bekerja dalam bentuk pengetahuan prosedural, termasuk kebiasaan bekerja ilmiah dengan metode ilmiah dan sikap

ilmiah. Berdasar pada definisi yang telah dikemukakan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa sains selain sebagai produk juga sebagai proses dan tidak dapat dipisahkan satu sama lain (Irwan & Khaeruddin, 2008).

Pernyataan di atas selaras dengan pendapat Carin (1993, h.5) yang menyatakan bahwa sains sebagai produk atau isi mencakup fakta, konsep, prinsip, hukum-hukum dan teori sains. Fakta merupakan kegiatan-kegiatan empiris di dalam sains meliputi konsep, prinsip, hukum-hukum, dan teori sebagai kegiatan analisis di dalam sains. Sebagai proses, sains dipandang sebagai kerja atau sesuatu yang harus dilakukan dan diteliti yang dikenal dengan proses ilmiah atau metode ilmiah melalui keterampilan menemukan antara lain, mengamati, mengklasifikasi, mengukur, menggunakan keterampilan spesial, mengkomunikasikan, memprediksi, menduga, mendefinisikan secara operasional, merumuskan hipotesis, menginterpretasikan data, mengontrol variabel, melakukan eksperimen. Sebagai sikap, sains dipandang sebagai sikap ilmiah yang mencakup rasa ingin tahu, berusaha untuk membuktikan menjadi skeptis, menerima perbedaan, bersikap kooperatif, menerima kegagalan sebagai suatu hal yang positif. Jadi, dapat disimpulkan bahwa pada hakekatnya sains terdiri atas tiga komponen, yaitu produk, proses, dan sikap ilmiah. Jadi tidak hanya terdiri atas kumpulan pengetahuan atau fakta yang dihafal, tetapi juga merupakan kegiatan atau proses aktif menggunakan pikiran dalam mempelajari rahasia gejala alam.

Sains merupakan hasil kegiatan manusia berupa pengetahuan, gagasan, dan konsep yang terorganisir tentang alam sekitar yang diperoleh dari pengalaman melalui serangkaian proses ilmiah. Hal ini berarti bahwa pembelajaran sains-fisika

dilaksanakan secara inkuiri ilmiah untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta berkomunikasi sebagai salah satu aspek penting kecakapan hidup.

Kurikulum sains yang dikembangkan oleh *the National Research Council USA* diperoleh pokok-pokok pikiran sebagai berikut: (i) standar isi digolongkan menjadi dimensi pengetahuan dan dimensi proses kognitif. Dimensi pengetahuan berisi empat kategori, yaitu: pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif, sedangkan dimensi proses kognitif mencakup mengingat (*remember*), mengerti (*understand*), menerapkan (*apply*), menganalisis (*analyse*), mengevaluasi (*evaluate*) dan mencipta (*create*) (Anderson & Krathwohl, 2001), (ii) pada pembelajaran sains, guru hendaknya mengajar sains berbasis inkuiri, guru menciptakan pembelajaran yang terpusat pada siswa (*student centered*), merancang lingkungan sedemikian rupa untuk sumber pembelajaran kontekstual, serta menciptakan kelompok belajar sains, (iii) penilaian hasil belajar jangka panjang berupa kemampuan (*ability*) yang dicapai melalui interaksi antara pengetahuan dan keterampilan dengan penilaian otentik berdasarkan data.

Rustaman (2006) menyatakan bahwa pembelajaran sains hendaknya dapat menumbuhkan kepercayaan diri siswa bahwa mampu mempelajari sains, mengembangkan sikap dan keterampilan ilmiah. Dengan demikian, sistem penilaian hendaknya direncanakan dengan matang untuk mengukur pengetahuan dan konsep, keterampilan proses sains serta penalaran tingkat tinggi seperti berpikir kritis, logis, dan kreatif. Mengadopsi bentuk soal serupa dengan soal PISA (*Programme for International Student Assessment*) dan TIMSS (*Trends in*

International Mathematics and Science Study) merupakan salah satu cara mendorong proses pembelajaran berkontribusi pada peningkatan literasi sains siswa.

Berdasarkan uraian di atas, maka disimpulkan bahwa pembelajaran sains hendaknya mampu mengembangkan sikap ilmiah siswa sekaligus menggali kemampuan berpikir ilmiah, kritis, kreatif dan inovatif melalui pengembangan keterampilan proses sains (Carin, 1993; *National Research Council*, 1996; Rustaman, 2006).

B. Keterampilan Berpikir Kritis

Salah satu Standar Kompetensi Lulusan (SKL) mata pelajaran sains adalah menunjukkan kemampuan berpikir logis, kritis, dan kreatif dengan bimbingan guru dan menunjukkan kemampuan memecahkan masalah sederhana dalam kehidupan sehari-hari. Artinya setelah mengikuti pelajaran sains, siswa diharapkan memiliki kemampuan berpikir kritis (Kemdikbud, 2016). Namun demikian, latar belakang kajian ini telah menyatakan bahwa salah satu indikator belum optimalnya kemampuan berpikir kritis, bersikap ilmiah serta berkomunikasi siswa adalah rendahnya keterampilan proses sains siswa (Karamustafaoglu, 2011; Hassard, 2005). Padahal keterampilan proses sains dapat memacu berkembangnya berbagai kemampuan berpikir siswa. Dari uraian singkat ini mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa seharusnya dikembangkan melalui keterampilan proses sains.

1. Keterampilan Proses Sains

Para ahli pendidikan sains memandang sains tidak hanya terdiri dari fakta, konsep, dan teori yang dapat dihafalkan, tetapi juga terdiri atas kegiatan atau proses aktif menggunakan pikiran dan sikap ilmiah dalam mempelajari gejala alam yang belum diterangkan. Secara garis besar sains dapat didefinisikan atas tiga komponen, yaitu (1) sikap ilmiah, (2) proses ilmiah, dan (3) produk ilmiah. Jadi proses atau keterampilan proses atau metode ilmiah merupakan bagian studi sains, termasuk materi bidang studi yang harus dipelajari siswa. Mengajarkan bidang studi sains berupa produk atau fakta, konsep dan teori saja belum lengkap, karena baru mengajarkan salah satu komponennya.

Komponen sikap ilmiah yang perlu ditumbuhkan antara lain adalah tanggung jawab, keinginan hendak tahu, jujur, terbuka, obyektif, kreatif, toleransi, kecermatan bekerja, percaya diri sendiri, konsep diri positif, mengenal hubungan antara masyarakat dan sains, perhatian terhadap sesama makhluk hidup, menyadari bahwa kemajuan ilmiah diperoleh dari sudut usaha bersama, dan menginterpretasikan gejala alam dari sudut prinsip-prinsip ilmiah. Dengan kata lain pendidikan sains juga bertujuan mengembangkan kepribadian siswa.

Proses dapat didefinisikan sebagai perangkat keterampilan kompleks yang digunakan ilmuwan dalam melakukan penyelidikan ilmiah. Proses atau metode ilmiah itu merupakan konsep besar yang dapat dirinci menjadi sejumlah komponen yang harus dikuasai apabila orang itu hendak melakukan penelitian dan pengembangan dalam bidangnya. Sainsis mengembangkan teori melalui keterampilan proses sains (Khaeruddin & Eko, 2005). Abruscato (1992, h.20),

mengklasifikasikan keterampilan proses sains menjadi dua bagian, yaitu keterampilan proses dasar (*Basic Processes*) dan keterampilan proses terintegrasi (*Integrated Processes*). Keterampilan proses dasar, yaitu pengamatan, penggunaan bilangan, pengklasifikasian, pengukuran, pengkomunikasian, peramalan, inferensial. Sedangkan keterampilan terintegrasi, yaitu pengontrolan variabel, penafsiran data, perumusan hipotesis, pendefinisian secara operasional, melakukan eksperimen. Agar siswa-siswa memiliki keterampilan-keterampilan tersebut, maka harus dilatih untuk melakukan kegiatan-kegiatan sehubungan dengan keterampilan itu. Pemberian pengalaman belajar secara langsung dalam pembelajaran sains sangat ditekankan melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses dan sikap ilmiah dengan tujuan untuk memahami konsep-konsep dan mampu memecahkan masalah. Keterampilan proses sains yang digunakan di Sekolah Menengah Umum (SMU) dan Madrasah Aliyah (MA) dalam Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK) antara lain: mengamati, mengukur, menggolongkan, mengajukan Pertanyaan, menyusun hipotesis, merencanakan percobaan, mengidentifikasi variabel, menentukan langkah kerja, melakukan eksperimen, membuat dan menafsirkan informasi/grafik, menerapkan konsep, menyimpulkan, mengkomunikasikan baik secara verbal maupun nonverbal (Depdiknas, 2003).

Berdasarkan uraian di atas, keterampilan-keterampilan proses sains adalah keterampilan-keterampilan yang dipelajari siswa pada saat mereka melakukan inquiri ilmiah. Pada saat siswa terlibat aktif dalam penyelidikan ilmiah, siswa menggunakan berbagai macam keterampilan proses, bukan hanya satu metode

ilmiah tunggal. Keterampilan proses sains dikembangkan bersama-sama dengan fakta-fakta, konsep-konsep, dan prinsip-prinsip sains. Keterampilan ini penting dimiliki oleh siswa karena keterampilan proses sains termasuk alat yang diperlukan untuk mempelajari dan memahami sains, bukan hanya ilmuwan, tetapi juga semua individu di masyarakat mestinya memiliki keterampilan-keterampilan ini agar individu-individu tersebut bersikap ilmiah, memecahkan masalah-masalah yang dihadapi sehari-hari. Dalam konteks ini, keterampilan proses sains dapat didefinisikan sebagai keterampilan yang membantu siswa belajar, membantu siswa memperoleh cara dan metode penemuan dan penelitian, meningkatkan kinerja pembelajaran, mengaktifkan siswa, membantu mereka memahami studi praktis, meningkatkan rasa tanggung jawab siswa dalam pembelajarannya sendiri (Aktamis & Yenice, 2010).

Karamustafaoglu (2011), mengatakan bahwa pengembangan keterampilan proses sains memungkinkan siswa mengkonstruksi dan menyelesaikan masalah serta berpikir kritis. Kemungkinan ini dapat terjadi karena komponen-komponen berpikir kritis sebagian besar merupakan komponen keterampilan proses sains seperti *designing experiments, testing hypotheses, hypothesizing, predicting, inferring, classifying, measuring, observing* (Hassard, 2005, p.332). Dengan demikian, jika keterampilan proses sains siswa berkembang, maka diduga keterampilan berpikir kritis mereka juga akan berkembang.

2. Konsep Keterampilan Berpikir Kritis

Mainali (2011) menyatakan berpikir merupakan kegiatan mental yang sadar akan tujuan, sedangkan berpikir kritis mengacu pada proses dan metodologi dengan menggunakan rasionalitas, wawasan, kesadaran, imajinasi dan sensibilitas untuk mengkritik dan mengevaluasi suatu objek. Frase kritis sering dimaknai sebagai hal negatif, padahal berpikir kritis merupakan prosedur untuk menganalisis dan mengevaluasi suatu pengetahuan. Mainali mengatakan bahwa berpikir kritis dapat meningkatkan pemahaman siswa, kemampuan memecahkan masalah, berpikir secara kreatif dan mengkomunikasikan ide-ide mereka dengan jelas dan efektif. Dengan kata lain, berpikir kritis dapat meningkatkan kualitas pendidikan. Hal ini diperkuat hasil penelitian Clifton (2012) menyimpulkan bahwa berpikir kritis dalam pembelajaran memberikan kesempatan kepada guru untuk mengenal siswanya sejauhmana kemampuan bertanya dan bernalar dalam konteks akademik, sehingga kemampuan metakognitif dan belajar siswa dapat ditingkatkan.

Beberapa pendapat ahli mengenai konsep keterampilan berpikir kritis di antaranya Facione (2011) berpandangan bahwa *“Critical thinking in term of cognitive skills in interpretation, analysis, evaluation, inference, explanation and self regulation.”* Berpikir kritis merupakan istilah menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, menginferensi, menjelaskan dan regulasi diri. Hal ini sejalan dengan Dewey yang berpendapat bahwa *“Critical thinking is an attitude of being disposed to consider in a thoughtful way the problems and subjects that come within the range of one’s experience, knowledge of the methods of logical inquiry*

and reasoning, and some skill in applying those methods (Fisher, 2001).” Intinya menurut Dewey adalah berpikir kritis merupakan tindakan yang mengikuti metode ilmiah untuk mengetahui dan memahami sesuatu. Pendapat Dewey diperkuat oleh pendapat Damirchi, Seyyedi, & Rahimi (2012) mengatakan bahwa berpikir kritis adalah proses berpikir untuk mengetahui dan memutuskan suatu kebenaran.

Angelo berpendapat bahwa “*Critical thinking as the intentional application of rational, higher order thinking skills, such as analysis, synthesis, problem recognition and problem solving, inference, and evaluation* (Walker, 2006).” Berpikir kritis sebagai aplikasi rasional yang dirancang sedemikian rupa, berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti analisis, sintesis, memahami dan memecahkan masalah, inferensi, dan evaluasi. Beyer (2008) menyatakan berpikir kritis adalah suatu cara berpikir yang digunakan seseorang untuk mengevaluasi validitas pernyataan, ide, argumen, dan penelitian. Michael Scriven dan Richard Paul memandang bahwa “*Critical thinking is the intellectually disciplined process of actively and skillfully conceptualizing, applying, analyzing, synthesizing, and/or evaluating information gathered from, or generated by, observation, experience, reflection, reasoning, or communication, as a guide to belief and action* (Kennedy & Jones, 2009).” Berpikir kritis sebagai proses cerdas dari konseptualisasi, penerapan, analisis, sintesis dan evaluasi aktif. Keterampilan kritis itu diperoleh dari hasil kumpulan observasi, pengalaman, refleksi, penalaran, atau komunikasi sebagai sebuah penuntun menuju kepercayaan dan tindakan. Woolfolk, Hughes, & Walkup (2008,

p.292) mengatakan “*Critical thinking is the evaluating conclusions by logically and systematically examining the problem, the evidence, and the solution.*”

Rudinow & Barry (2008, p.11) berpendapat bahwa “*Critical thinking as a set of conceptual tools with associated intellectual skills and strategies useful for making reasonable decisions about what to do or believe.*” Berpikir kritis sebagai proses yang menekankan sebuah basis kepercayaan-kepercayaan yang logis dan rasional serta memberikan serangkaian standar prosedur untuk menganalisis, menguji, dan mengevaluasi. Ennis (1996) menyatakan berpikir kritis adalah sebuah proses yang dalam dengan mengungkapkan tujuan yang dilengkapi alasan yang tegas tentang suatu kepercayaan dan kegiatan yang telah dilakukan. Pada dasarnya keterampilan berpikir kritis menurut Ennis (1996) dikembangkan menjadi indikator-indikator keterampilan berpikir kritis yang terdiri dari lima kelompok besar, yaitu: (i) memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), (ii) membangun keterampilan dasar (*basic support*), (iii) menyimpulkan (*inference*), (iv) memberikan penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*), (v) mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*).

McPeck (1990) menyatakan bahwa kerja utama berpikir kritis adalah pemecahan masalah dalam menemukan konteks. Kurfiss percaya bahwa berpikir kritis merupakan bentuk pemecahan masalah, tetapi perbedaan utamanya adalah berpikir kritis melibatkan penalaran *open-ended* atau *ill structured problems*, sementara pemecahan masalah biasanya lebih dangkal kajiannya. Kurfiss berpandangan bahwa berpikir kritis lebih dari analisis argumen. Kurfiss menekankan bahwa “menemukan konteks” sebagai representasi penemuan dan

kreatif, sedangkan fase berpikir kritis representasi dari “menjustifikasi konteks” (Garrison, 1991; Keeley, Browne, & Kreutzer, 1982) mengidentifikasi tujuh kata kunci berpikir kritis, yaitu identifikasi masalah, (ii) menetapkan dengan jelas mengenai isu, (iii) mencari alternatif pemecahan masalah, (iv) mengidentifikasi konteks, (v) menunjukkan fakta identifikasi dan evaluasi, (vi) membuat asumsi dasar secara implisit, (vii) asesmen implikasi dan potensi kesimpulan. Borich, (2006) mengemukakan bahwa berpikir kritis menekankan pada proses mental atau strategi siswa menggunakan analisis dan evaluasi, pilihan dan konsep. Burden & Byrd (2007) mengkategorikan berpikir kritis sebagai aktivitas berpikir tingkat tinggi yang memerlukan keterampilan kognitif.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, maka dapat dinyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir yang melibatkan proses kognitif tingkat tinggi, yaitu interpretasi, analisis, dan inferensi melalui prosedur ilmiah dalam rangka memecahkan masalah (Burden & Byrd, 2007; Beyer, 2008; Rudinow & Barry, 2008). Dari definisi tersebut di atas, penulis menjadikan sebagai indikator keterampilan berpikir kritis adalah interpretasi, analisis, dan inferensi, maka berikut ini akan diuraikan beberapa penjelasan setiap indikator keterampilan berpikir kritis seperti Tabel 2.1 berikut. Indikator dan deskriptornya pada Tabel 2.1 sebagai acuan dalam menyusun instrumen keterampilan berpikir kritis.

Tabel 2.1
Indikator dan Deskripsi Keterampilan Berpikir Kritis

No	Indikator	Deskripsi
1.	Interpretasi	Penjelasan rasional tentang data yang dianalisis berdasarkan pola atau kecenderungan yang digambarkan dari grafik atau tabel (Kheng, 2008, p. 54).

Lanjutan Tabel 2.1

No	Indikator	Deskripsi
2.	Analisis	(a) Data diorganisasikan dalam bentuk tabel, grafik, dan atau diagram. (b) Menjelaskan pola data yang menunjukkan hubungan antara variabel. (Hackett, Richard , Vasquez, Teferi, & Zike, 2011, p.9; Kheng, 2008, p.54)
3.	Inferensi	Menjelaskan suatu ide atau mengungkapkan kesimpulan awal berdasarkan pengamatan atau pernyataan (Nur, Nasution, & Suryanti, 2013, h.35).

Pertimbangan interpretasi, analisis, dan inferensi dijadikan sebagai indikator keterampilan berpikir kritis penelitian: (1) sebagian besar pakar pendidikan berpendapat bahwa indikator keterampilan berpikir kritis adalah interpretasi, analisis, dan inferensi; (2) kondisi di sekolah di mana guru sudah mengenal istilah interpretasi dan inferensi melalui keterampilan proses sains, sedangkan istilah analisis dikenal melalui *taxonomy bloom*. Dengan demikian, guru akan lebih mudah memahami keterampilan berpikir kritis melalui istilah interpretasi, analisis, dan inferensi; (3) mensinergikan istilah dalam kompetensi dasar pada kurikulum 2013, khususnya terkait dengan materi semester 1 Kelas 1, yaitu menyajikan, menganalisis, dan mendeskripsikan.

3. Keterampilan Berpikir Kritis dalam Mata Pelajaran Fisika

Mata pelajaran fisika adalah cabang dari ilmu pengetahuan yang menguraikan dan menjelaskan tentang unsur-unsur dalam alam serta fenomenanya secara empiris, logis, sistematis dan rasional. Mata pelajaran fisika, siswa banyak mempelajari tentang zat, energi, dan gerakan. Pelajaran fisika juga merupakan ilmu pengetahuan kuantitatif atau ilmu pengetahuan tentang pengukuran,

percobaan, dan hasil percobaan secara sistematis, di mana lebih ditekankan pentingnya pemahaman siswa daripada penghafalan.

Kurikulum 2006, tujuan mata pelajaran sains adalah: (i) membentuk sikap positif terhadap fisika dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa; (ii) memupuk sikap ilmiah, yaitu jujur, obyektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerjasama dengan orang lain, (iii) mengembangkan pengalaman untuk dapat merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis; (iv) mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip fisika untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif; (v) menguasai konsep dan prinsip fisika serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan, dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (BSNP, 2006).

Pelajaran fisika sebagai salah satu cabang sains yang bertujuan untuk mempelajari dan menganalisis pemahaman kuantitatif gejala atau proses alam dan sifat-sifat zat serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Berkenaan dengan tujuan pelajaran sains-fisika, Kurikulum 2013 telah menjabarkan dalam kompetensi inti dan kompetensi dasar. Kompetensi Inti dalam Kurikulum 2013 merupakan terjemahan atau operasionalisasi SKL dalam bentuk kualitas yang

harus dimiliki mereka yang telah menyelesaikan pendidikan pada satuan pendidikan tertentu atau jenjang pendidikan tertentu, gambaran mengenai kompetensi utama yang dikelompokkan ke dalam aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan (afektif, kognitif, dan psikomotor) yang harus dipelajari siswa untuk suatu jenjang sekolah, kelas dan mata pelajaran. Kompetensi Inti harus menggambarkan kualitas yang seimbang antara pencapaian *hard skills* dan *soft skills*, sedangkan kompetensi dasar adalah konten atau kompetensi yang terdiri atas sikap, pengetahuan, dan ketrampilan yang bersumber pada kompetensi inti yang harus dikuasai siswa. Kompetensi tersebut dikembangkan dengan memperhatikan karakteristik siswa, kemampuan awal, serta ciri dari suatu mata pelajaran.

Adapun kompetensi inti dan kompetensi dasar mata pelajaran fisika di Sekolah Menengah Atas (SMA) Kelas X yang akan menjadi materi penelitian ini meliputi aspek-aspek seperti Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2
Kompetensi Inti dan Dasar Tingkat SMA/MA Kelas X Mata Pelajaran Fisika

Komptensi Inti	Kompetensi Dasar
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.1 Bertambah keimanannya dengan menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya. 1.2 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan air sebagai unsur utama kehidupan dengan karakteristik yang memungkinkan bagi makhluk hidup untuk tumbuh dan berkembang.

Lanjutan Tabel 2.2

Komptensi Inti	Kompetensi Dasar
<p>1. Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan proaktif) dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.</p>	<p>2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi.</p> <p>2.2 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.</p>
<p>2. Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognisi dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p>	<p>3.1 Memahami konsep besaran fisika dan pengukurannya.</p> <p>3.2 Menganalisis hubungan antara gaya, massa, dan gerakan benda pada gerak lurus.</p> <p>3.3 Menganalisis besaran fisika pada gerak melingkar dengan laju konstan dan penerapannya dalam teknologi.</p> <p>3.4 Mendeskripsikan sifat elastisitas bahan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>3.5 Mendeskripsikan hukum-hukum pada fluida statik dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>3.6 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada berbagai kasus nyata.</p> <p>3.7 Mendeskripsikan cara kerja alat optik menggunakan sifat pencerminan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa.</p>

Lanjutan Tabel 2.2

Komptensi Inti	Kompetensi Dasar
3. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.	4.1 Menggunakan peralatan dan teknik yang tepat dalam melakukan pengamatan dan pengukuran besaran fisika untuk suatu penyelidikan ilmiah.
	4.2 Menyajikan data dan grafik hasil percobaan untuk menyelidiki sifat gerak benda yang bergerak lurus beraturan (GLB) dan tidak beraturan (GLBB).
	4.3 Melakukan percobaan untuk menyelidiki hubungan antara gaya, massa, dan percepatan pada gerak lurus.
	4.4 Merancang dan membuat suatu peralatan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida untuk mempermudah suatu pekerjaan.
	4.5 Menyelidiki sifat elastisitas suatu bahan melalui percobaan.
	4.6 Menyajikan rancangan sebuah alat optik dengan menerapkan prinsip pemantulan dan pembiasan pada cermin dan lensa.
	4.7 Melakukan percobaan untuk menyelidiki karakteristik termal suatu bahan, terutama kapasitas dan konduktivitas kalor.

(Kemdikbud, 2016)

Tabel 2.2 di atas ditemukan kata-kata kunci pada kompetensi inti maupun kompetensi dasar seperti perilaku ilmiah (meliputi rasa ingin tahu, objektif, jujur, teliti, cermat, tekun, hati-hati, bertanggung jawab, terbuka, kritis, kreatif, inovatif dan peduli lingkungan), melakukan percobaan dan berdiskusi, menganalisis, menyajikan data dan grafik. Kata-kata kunci tersebut bersesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kritis pada Tabel 2.1. Bahkan kesesuaian itu ditunjukkan dari definisi yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir yang melibatkan proses kognitif tingkat tinggi,

yaitu interpretasi, analisis, dan inferensi melalui prosedur ilmiah dalam rangka memecahkan masalah.

Sejak tahun 1985, kebanyakan peneliti pendidikan telah menggabungkan pengajaran keterampilan berpikir dengan mata pelajaran tertentu dan pengalaman-pengalaman kelas untuk menciptakan suatu budaya berpikir. Model gabungan ini lebih memberikan harapan dalam dunia pendidikan (Derry & Murphy, 1986; Perkins & Tishman, 1993; Adams, 1999). Bahkan di Indonesia, Kurikulum 2013 keterampilan berpikir kritis telah dimasukkan ke dalam kompetensi dasar mata pelajaran fisika (Tabel 2.2). Hal ini mengindikasikan bahwa salah satu indikator adanya transfer belajar adalah kemampuan menggunakan informasi dan keterampilan memecahkan masalah. Kesulitan dari sebagian besar masalah-masalah terapan di dalam fisika tidak terletak pada perhitungannya, tetapi lebih pada pengetahuan bagaimana memperjelas masalah sehingga masalah tersebut dapat dipecahkan.

C. Teori Belajar yang Mendukung Tumbuhnya Keterampilan Berpikir Kritis

Bagian A bab ini telah dijelaskan bahwa hakekat sains merupakan hasil kegiatan manusia berupa pengetahuan, gagasan, dan konsep yang terorganisir, tentang alam sekitar yang diperoleh dari pengalaman melalui serangkaian proses ilmiah. Pembelajaran sains-fisika seharusnya dilaksanakan dengan berorientasi pada keterampilan proses sains untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta berkomunikasi sebagai salah satu aspek penting kecakapan. Hal ini didukung oleh hasil analisis penulis pada beberapa pendapat di

atas yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir yang melibatkan proses kognitif tingkat tinggi, yaitu interpretasi, analisis, dan inferensi melalui prosedur ilmiah dalam rangka memecahkan masalah (Burden & Byrd, 2007; Beyer, 2008; Rudinow & Barry, 2008).

Beberapa ahli dalam Journal “Higher Education Research & Development” (2011) menyatakan bahwa untuk menjadikan siswa sebagai pemikir kritis dalam pembelajaran dibutuhkan lima syarat: (i) siswa memiliki keterampilan dan kemampuan seperti bagaimana mengetahui, bagaimana mengevaluasi atau menganalisis (Facione, 2011); (ii) menyusun dan menyiapkan pembelajaran yang melibatkan siswa dalam berpikir kritis seperti penalaran dan analisis (Perkins & Tishman., 1993; Ennis, 1996); (iii) memahami keterlibatan dalam pembelajaran dan memahami bahwa berpikir kritis merupakan konstruksi dan mengevaluasi penalaran, bukan menunjukkan satu jawaban yang benar atau hanya sekedar opini (Kuhn, 1999); (iv) bekerja dan memenuhi kriteria untuk memperhitungkan kesuksesan berpikir kritis (Bailin, Case, Coombs, & Daniels, 1999); (v) siswa memahami materi (McPeck, 1990). Pernyataan ini memberikan keyakinan bahwa rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa diakibatkan karena selama ini guru belum menskenariokan secara spesifik mengenai keterampilan berpikir kritis didalam bahan ajarnya. Huitt (McPeck, 1990) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis sebagai proses yang dapat dikembangkan ketika siswa belajar yang berhubungan dengan domain pengetahuan spesifik melalui proses berpikir dan bernalar untuk menarik suatu kesimpulan.

Kincaid (2004) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui: (a) pengajuan pertanyaan yang mendorong siswa mengungkapkan pandangan dan ide mereka; (b) memberikan kesempatan kepada siswa untuk mendiskusikan secara *open-ended* mengenai isu-isu penting dan menyiapkan alasannya; (c) memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengambil peran dalam kerjasama, memecahkan masalah dan membuat keputusan; (d) mengarahkan pembelajaran pada keterampilan khusus seperti interpretasi, analisis, dan inferensi; (e) pembelajarannya mengacu pada prinsip logika berpikir dan memberi praktek dalam mengidentifikasi kesalahan dalam mengungkapkan alasan logis.

Paparan beberapa ahli tersebut di atas mengandung makna bahwa untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, maka dibutuhkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran dan memahami bahwa berpikir kritis merupakan konstruksi dan mengevaluasi penalaran, bukan menunjukkan satu jawaban yang benar atau hanya sekedar opini. Selain itu, guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengambil peran dalam kerjasama, memecahkan masalah dan membuat keputusan dalam proses pembelajaran. Dengan kata lain, dibutuhkan proses pembelajaran sosial. Oleh karena itu, agar dapat terlaksana pembelajaran sosial dalam kelas, maka Arends (2012, p.261) menyatakan bahwa "*Teacher facilitates and guide student interaction and help them construct their own understanding and ideas.*" Guru memfasilitasi dan membimbing siswa dalam berinteraksi sosial dan membantu mereka membangun pemahaman dan ide-ide mereka sendiri. Dengan berdasar konsep dan penjelasan tentang keterampilan

berpikir kritis, maka teori belajar yang mendukung untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis adalah “*Socialcultural and constructivist theories.*”

1. Teori Belajar Sosial

Teori belajar sosial mengatakan banyak di antara yang dipelajari manusia terjadi melalui observasi terhadap orang lain. Bandura mengatakan kebanyakan pembelajaran manusia dilakukan dengan mengobservasi perilaku orang lain secara selektif dan menempatkannya dalam ingatan (Arends, 2012). Bandura mengatakan belajar observasional adalah sebuah proses tiga langkah: (i) siswa harus memperhatikan aspek-aspek kritis dari apa yang akan dipelajari; (ii) siswa harus meretensi/menyimpan atau mengingat perilaku itu; (iii) siswa harus mampu memproduksi atau melakukan perilaku itu.

Teori belajar sosial Bandura didasarkan pada tiga asumsi, yaitu pertama, individu melakukan pembelajaran dengan meniru apa yang ada di lingkungannya, terutama perilaku-perilaku orang lain. Perilaku orang lain yang ditiru disebut sebagai perilaku model atau perilaku contoh. Apabila peniruan itu memperoleh penguatan, maka perilaku yang ditiru itu akan menjadi perilaku dirinya. Proses pembelajaran menurut proses kognitif individu dan kecakapan dalam membuat keputusan. Kedua, terdapat hubungan yang erat antara pelajar dengan lingkungannya. Pembelajaran terjadi dalam keterkaitan antara tiga pihak, yaitu lingkungan, perilaku dan faktor-faktor pribadi. Ketiga, hasil pembelajaran adalah berupa kode perilaku visual dan verbal yang diwujudkan dalam perilaku sehari-hari.

Atas dasar asumsi tersebut, maka teori pembelajaran Bandura disebut sosial kognitif karena proses kognitif dalam diri individu memegang peranan penting dalam pembelajaran, sedangkan pembelajaran terjadi karena adanya pengaruh lingkungan sosial. Individu akan mengamati perilaku di lingkungannya sebagai model, kemudian ditirunya sehingga menjadi perilaku miliknya. Oleh karena itu, maka teori Bandura ini disebut teori pembelajaran melalui *peniruan*. Perilaku individu terbentuk melalui peniruan terhadap perilaku di lingkungan, pembelajaran merupakan suatu proses bagaimana membuat peniruan yang sebaik-baiknya, sehingga bersesuaian dengan keadaan dirinya atau tujuannya. Teori ini menekankan pada komponen kognitif dari pikiran, pemahaman dan evaluasi.

Pritchard & Woollard (2010, p.8) menyatakan bahwa *“Social theories of learning emphasises the role of observation and participation as a means of learning. It does not rule out interaction with others, but this interaction is stresses less than in social constructivism. Social interaction plays a fundamental role in the development of cognition.”* Teori belajar sosial menekankan pada pengamatan dan partisipasi dengan interaksi sosial sebagai dasar pengembangan kognitif. Hal ini sejalan dengan Arends (2012, p. 260) yang menyatakan bahwa *“Socialcultural and constructivist theories hold that knowledge, rather than being fixed, is flexible and constructed by learners as a result of interaction with the environmental they are also concerned with social and cultural aspects of learning.”* Teori Sosialkultural dan konstruktivis berpendapat bahwa pengetahuan tidak bersifat tetap, tetapi fleksibel dan dibangun oleh siswa sebagai hasil interaksi dengan lingkungan mereka, aspek-aspek sosial dan budaya belajar.

Semua pengetahuan, termasuk pengetahuan guru dan siswa, tidak ada yang pasti dan bertahan selamanya (*valid absolutely*) karena semua ilmu pengetahuan senantiasa terbuka untuk diuji kembali kebenarannya. Ilmu pengetahuan tidak bersifat absolut benar atau salah karena yang ada hanyalah lebih dan kurang bermanfaat atau lebih dan kurang kekekalannya (*sustainability*). Intinya adalah dalam proses pembelajaran: (i) guru tidak boleh mengabaikan pendapat atau kesimpulan siswa yang berbeda darinya, melainkan guru harus selalu sadar bahwa kesimpulan yang diambilnya dapat saja keliru. Menurut Driver & Bell (1985), pemahaman dan interpretasi guru tentang sesuatu mungkin benar bagi guru, serta dapat diterima dan berguna, tetapi siswa dapat saja memiliki pemahaman dan interpretasi yang berbeda, dan menurut mereka juga benar karena mereka berinteraksi dengan lingkungan yang berbeda dengan guru; (ii) guru harus mempunyai pengetahuan dan pemahaman tentang cara berpikir siswa dan bagaimana kemampuan berpikir itu berkembang.

Vygotsky dalam bukunya Woolfolk, Hughes, & Walkup (2008, p. 488) dinyatakan "*Vygotsky's theory suggest that social interaction is important for learning because higher mental functions such as reasoning, comprehension and critical thinking originate in social interaction and are then internalised by individual.*" Teori Vygotsky menyarankan bahwa interaksi sosial merupakan hal penting dalam belajar karena berfungsinya mental tingkat tinggi seperti penalaran, pemahaman dan berpikir kritis berasal dari interaksi sosial, yang selanjutnya diinternalisasikan oleh individu. Artinya pengetahuan dikonstruksi melalui interaksi antara manusia dengan alam sekitarnya. Pengetahuan tidak secara

eksklusif ada di dalam pikiran manusia, tetapi pengetahuan itu ada di dalam pikiran manusia sebagai satu kesatuan yang nyata dalam interaksi sosial. Pendapat ini diperkuat oleh Schmidt, Savery, & Duffy yang mengungkapkan bahwa *“Students develop their critical thinking, especially reasoning skills through the process of interaction, reflection, and feedback in the problem solving or in the formative assessment process (Masek & Yamin, 2011, h.217).”* Siswa mengembangkan pemikiran kritis mereka, terutama keterampilan penalaran melalui proses interaksi, refleksi, dan umpan balik dalam memecahkan masalah atau dalam proses penilaian formatif.

Teori sosial kultural menyarankan guru hendaknya merupakan tokoh perilaku bagi siswa-siswanya. Proses kognitif siswa hendaknya mendapat perhatian dari guru, kemudian lingkungan hendaknya memberikan dukungan bagi proses pembelajaran, dan guru membantu siswa dalam mengembangkan perilaku pembelajaran. Guru hendaknya memperhatikan karakteristik siswa, terutama yang berkenaan dengan perbedaan individual, kesediaan, motivasi, dan proses kognitifnya. Hal lain yang harus diperhatikan ialah kecakapan siswa dalam pembelajaran untuk belajar, dan penyelesaian masalah dalam pengajaran. Proses pembelajaran hendaknya tidak terpisah dari lingkungan sosial, artinya apa yang dilakukan dalam pembelajaran dan pengajaran hendaknya memiliki keterkaitan dan padanan dengan kehidupan sosial yang nyata.

Kerja sama antar siswa satu dengan yang lain dalam melakukan penyelesaian masalah merupakan salah satu bentuk proses kolaborasi. Tugas guru adalah membantu siswa merumuskan tugas-tugas bukan menyelesaikan tugas-

tugas pelajaran, dan objek pelajaran yang dipelajari siswa bukan berasal dari guru, namun berasal dari alam ataupun lingkungan sekitar siswa. Oleh karena itu, pembelajaran harus realistis dengan kehidupan siswa, konsep sesuai dengan kebutuhan siswa, memupuk sifat inkuiri siswa, dan menumbuhkan kemampuan problem solving melalui investigasi autentik. Dengan demikian, pembelajaran akan melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa seperti berpikir kritis dan inkuiri melalui masalah-masalah autentik yang terdapat pada lingkungan sekitar siswa. Siswa diminta untuk mencari pemecahan masalah secara berkelompok dari masalah yang telah disepakati. Tugas guru dalam proses pembelajaran sebagai pemandu siswa dalam menguraikan rencana pemecahan masalah menjadi tahap-tahap kegiatan, guru memberikan contoh mengenai penggunaan keterampilan dan strategi yang diperlukan agar tugas-tugas tersebut dapat diselesaikan. Pembelajaran seperti itu lebih menekankan pada pembelajaran mengenai alam sekitar siswa, menemukan fenomena-fenomena dan fakta yang terdapat di alam, mencari permasalahan dan menemukan solusi terhadap permasalahan yang diambil.

2. Teori Konstruktivis

Filsafat konstruktivisme sudah memberi inspirasi kepada para pendidik untuk menggunakan prinsip-prinsip dasar dalam praktik pendidikan. Penerapan pendekatan konstruktivis dalam proses pembelajaran menjadi sangat populer dan dipandang sebagai pendekatan yang sangat efektif, baik di sekolah maupun di perguruan tinggi. Hasil penelitian tentang pendekatan konstruktivisme menunjukkan bahwa (i) pendekatan konstruktivisme sangat efektif untuk

pembelajaran sains dan matematika di sekolah; (ii) pendekatan konstruktivisme digunakan dalam membantu siswa mengkonstruksi dan memahami ilmu pengetahuan; (iii) dapat menumbuhkan rasa percaya diri, tanggung jawab yang tinggi, dan saling menghargai di antara sesama siswa (Wheatley, 1991; King, 1993).

Lunenburg (2011) dalam teori konstruktivis mengasumsikan bahwa siswa harus membangun sendiri pengetahuan secara individual dan kolektif. Setiap siswa memiliki konsepsi dan keterampilan untuk membangun pengetahuannya dalam rangka memecahkan masalah nyata. Peran guru adalah memberikan tantangan dan mendorong berkembangnya kognitif siswa. Oleh karena, siswa tidak memiliki pengalaman di lapangan, maka guru bertanggung jawab besar untuk membimbing aktivitas siswa, pemodelan perilaku, dan memberikan contoh-contoh melalui diskusi kelompok untuk menjadi komunikasi yang bermakna tentang materi pelajaran. Dalam penelitiannya, Lunenburg (2011) menyimpulkan bahwa berpikir kritis dan konstruktivisme dapat meningkatkan pencapaian hasil belajar siswa yang lebih tinggi.

Teori konstruktivisme menyatakan bahwa pengetahuan yang dimiliki oleh seorang individu terhubung komprehensif dalam membangun fakta, konsep, pengalaman, emosi, nilai-nilai, dan hubungan mereka satu sama lain. Jika membangun tidak mencukupi atau salah bila dibandingkan dengan informasi individu yang dikumpulkan dari lingkungannya, maka individu itu akan mengalami bentuk disonansi kognitif dengan cara menolak informasi baru tersebut atau mengkonstruksinya (Baviskar, Hartle, & Whitney, 2009). Hal ini

sependapat dengan Wheatley (1991) menyatakan bahwa karakteristik esensial tentang konstruktivisme: (i) konstruksi kognitif, konstruktivisme memandang bahwa kognisi adalah hasil konstruksi mental yang bersifat proaktif; (ii) proses konstruksi, konstruktivisme memandang proses seperti konstruksi, dekonstruksi, dan rekonstruksi menyiratkan bahwa kognisi memiliki struktur dan organisasi yang memungkinkan individu menafsirkan fenomena di lingkungan mereka dan menguji hipotesis menggunakan logikanya sendiri; (iii) relatif, konstruktivisme memandang pengetahuan itu bersifat sementara. Pandangan ini percaya bahwa kerangka kerja konseptual dapat dikembangkan dan juga diganti dengan yang hal baru yang lebih baik; (iv) *self-determination*, konstruktivisme menyiratkan sebagai metakognitif, yaitu bagi guru itu disebut refleksi, sedangkan bagi siswa itu disebut belajar tentang bagaimana belajar; (v) kolegialitas, konstruktivisme menyiratkan bahwa negosiasi, empati, komunikasi, tanggung jawab, kerjasama, rasa hormat, dan keterampilan berbagi dapat dikembangkan; (vi) *oppositionality*, konstruktivisme penuh dengan syarat makna.

Ray (2002) mengungkapkan konstruktivis percaya bahwa belajar terjadi ketika siswa menghadapi pengalaman dan konsep baru dan berusaha untuk mengasimilasi ke dalam struktur kognitif yang ada atau menyesuaikan dengan skema untuk mengakomodasi informasi baru. Pengalaman belajar ini bersifat pribadi dan skema yang telah terbentuk sebelumnya akan diubah berdasarkan pengalaman, keyakinan, nilai-nilai, sosial budaya, dan persepsi sebelumnya.

Chang (2010) dalam penelitiannya pada bidang studi fisika menunjukkan bahwa konstruktivis dapat memfasilitasi dan melibatkan siswa secara aktif berpikir dan diskusi di dalam kelas yang pada akhirnya siswa berpartisipasi kognitif dalam kelas karena mereka memperoleh kesempatan melakukan interpretasi, analisis, inferensi serta berbagi dengan rekan-rekannya. Hal ini didukung oleh pendapat Hmelo-Silver *“Student centered learning approach that follows constructivist learning theory principles, knowledge acquisition becomes one prerequisites in developing students’s critical thinking ability* (Masek & Yamin, 2011, h.217).” Prinsip teori belajar konstruktivis, perolehan pengetahuan menjadi salah satu syarat dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu, guru harus memiliki pengetahuan dan pemahaman tentang cara berpikir siswa dan bagaimana mengembangkan keterampilan berpikir.

Gordon (2009) mengatakan bahwa teori konstruktivis dan para pendidik seperti Dewey,Sizer, dan Windschit telah memberikan beberapa tanggapan bahwa konstruktivis dapat membiasakan siswa berpikir kritis dan analitis. Lebih lanjut mengatakan, jika guru menjadi fasilitator yang baik maka akan mampu memperoleh ide-ide dari siswa dan memediasi diskusi siswa sehingga siswa akan mengembangkan pemahamannya dengan baik. Oleh karena itu, salah satu cara menurut Masek & Yamin (2011, h.217) adalah *“Processes such as discussion, debating, sharing, and teaching one another, creates a platform for students to experience an environment that is conducive for critical thinking to growth.”* Proses seperti diskusi, berdebat, berbagi, menciptakan

lingkungan yang kondusif bagi siswa dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis. Dalam pembelajaran aktif, guru memberikan kesempatan bagi siswa untuk melakukan proses diskusi tentang pemecahan masalah. Bailin, et al (1999) berpendapat bahwa *“Critical thinking involves the ability to respond constructively to others during group discussion, which implies interacting in pro-social ways by encouraging and respecting the contributions of others”* Hal ini diperkuat hasil penelitian Hall (2011) yang menyatakan bahwa metode debat (diskusi) dapat meningkatkan kemampuan komunikasi, meningkatkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan mengembangkan rasa percaya diri.

Alexander dan McDougall mengemukakan bahwa untuk mengatasi pembelajaran satu arah perlu diterapkan pembelajaran aktif seperti pembelajaran kolaboratif. Oleh karena, pembelajaran satu arah tidak memberi kontribusi pada pengembangan berpikir kritis, sedangkan pembelajaran aktif dapat meningkatkan dan mengembangkan pemikiran kritis siswa (Yin, Abdullah, & Alazidiyeen, 2011). Hal ini diperkuat pandangan Thayer-Bacon yang mengatakan bahwa *“Proponents of collaborative include who emphasizes the importance of students’ relationships with others in developing critical thinking skills (Lai, 2011, p.34).”* Pembelajaran kolaboratif menekankan pentingnya hubungan siswa dengan orang lain dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Abrami berpendapat *“Positive and significant effect of collaborative learning for improving students’ critical thinking skills and dispositions (Lai, 2011, p.35).”* Pembelajaran kolaboratif efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Teori yang melandasi model pembelajaran ini adalah teori konstruktivisme yang dimulai dengan menyajikan permasalahan nyata yang dapat diselesaikan dengan kerjasama antar siswa. Tugas guru dalam pelaksanaan model ini sebagai pemandu siswa dalam menguraikan rencana pemecahan masalah menjadi tahap-tahap kegiatan, guru memberikan contoh mengenai penggunaan keterampilan dan strategi yang diperlukan agar tugas-tugas tersebut dapat diselesaikan. Diharapkan guru dapat menciptakan suasana kelas yang fleksibel dan berorientasi pada upaya penyeledikan oleh siswa. Hal yang sangat penting yang harus diketahui para pendidik adalah kemampuan memecahkan masalah merupakan bagian yang menyatu dengan proses pertumbuhan. Pertumbuhan intelektual dan emosional anak didorong oleh proses pemecahan masalah. Aunurrahman (2013, h.106) mengemukakan bahwa untuk menghadapi tantangan masa depan, siswa akan membutuhkan pengetahuan, keterampilan, sikap dan nilai, sehingga jelas bahwa kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu kompetensi yang harus diajarkan kepada siswa. Dalam praktik pembelajaran, mengajarkan anak memecahkan masalah akan lebih baik bilamana sekaligus diajarkan cara-cara berpikir sistematis.

Arends (2012, p.42), pembelajaran berbasis masalah memiliki karakteristik khusus, diantaranya adalah pengajuan pertanyaan atau masalah. Pembelajaran berdasarkan masalah mengutamakan pertanyaan dan masalah yang keduanya merupakan hal sosial yang penting dan secara pribadi bermakna untuk siswa. Siswa diharapkan banyak memberikan solusi pada fenomena ataupun permasalahan yang terdapat disekelilingnya. Berfokus pada keterkaitan antar

disiplin, meskipun yang dipelajari hanya berpusat pada pelajaran IPA, namun siswa diharapkan dapat mengembangkan pola pikirnya dengan mengaitkan dengan bidang pelajaran lain sebagai penyelesaian. Penyelidikan autentik yang harus dilakukan siswa dalam menanggapi masalah meliputi analisis dan identifikasi masalah, mengembangkan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisa informasi, melakukan eksperimen (jika diperlukan), membuat inferensi, dan merumuskan kesimpulan. Menghasilkan produk dan memamerkannya sebagai bentuk penyelesaian masalah dari siswa dapat bervariasi, salah satunya adalah dengan menghasilkan produk (karya nyata) yang memiliki berbagai macam jenis. Produk mereka didemonstrasikan didepan teman-temannya mengenai apa yang sudah mereka pelajari dan produk berperan sebagai solusinya.

D. Penelitian yang Relevan

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian mengenai pembelajaran keterampilan berpikir kritis semakin menarik dikaji. Hal ini disebabkan karena beberapa ahli memandang bahwa jika seseorang memiliki keterampilan berpikir kritis, maka akan mampu beradaptasi terhadap tuntutan personal, sosial, dan profesional sehari-hari sebagai tuntutan abad ke-21. Bahkan di *Memphis* terbentuk suatu yayasan bernama "*The Foundation for Critical Thinking*." Yayasan ini berusaha untuk mempromosikan pentingnya pengembangan keterampilan berpikir kritis dalam pendidikan. Oleh karena, dengan melalui pengembangan keterampilan berpikir kritis, akan terbentuk intelektual, empati, kerendahan hati, ketekunan, integritas, dan tanggung jawab. Selain itu, dalam dunia yang semakin kompleks dan semakin cepat terjadi perubahan, maka keterampilan berpikir kritis

menjadi persyaratan kelangsungan hidup (Paul & Elder, 2007). Implikasi dalam pembelajaran, maka Tahun 2007 Paul & Elder menyusun buku yang berjudul *“Critical thinking competency standards”* sebagai panduan bagi guru dalam rangka mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Beberapa pakar pendidikan telah banyak melakukan penelitian keterampilan berpikir dengan metode atau model-model pembelajaran dan mata pelajaran tertentu, misalnya, Klimovienė, Urbonienė, & Barzdžiukienė (2006), hasil penelitiannya terkait dengan keterampilan berpikir kritis menyimpulkan bahwa *“Cooperative learning is a valuable tool for developing critical thinking, for it creates the most desirable classroom environment where the learners experience psychological safety, intellectual freedom, and respect for one another as persons of worth.”* Pembelajaran kooperatif merupakan model pembelajaran yang dapat mengembangkan pemikiran kritis. Oleh karena itu dalam pembelajaran tersebut tercipta lingkungan kelas di mana siswa mengalami keamanan psikologis, kebebasan intelektual, dan menghormati satu sama lain.

Gokhale (1995) menyatakan bahwa *“Proponents of collaborative learning claim that the active exchange of ideas within small groups not only increases interest among the participants but also promotes critical thinking.”* Pembelajaran kolaboratif, pertukaran ide dalam kelompok-kelompok kecil tidak hanya dapat meningkatkan minat siswa, tetapi juga dapat meningkatkan berpikir kritis. Gokhale menyatakan bahwa *“Cooperative teams achieve at higher levels of thought and retain information longer than students who work quietly as individuals. The shared learning gives students an opportunity to engage in*

discussion, take responsibility for their own learning, and thus become critical thinkers.” Tim kooperatif dalam suatu pembelajaran dapat mencapai pemikiran tingkat tinggi dan dapat menyimpan informasi lebih lama daripada siswa yang bekerja secara individu. Pembelajaran kooperatif, memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat dalam diskusi, mengambil tanggung jawab yang pada akhirnya akan menjadi pemikir kritis.

Smith (2000) *“Student participation, teacher encouragement, and student-student interaction positively relate to improved critical thinking. These three activities confirm other research and theory stressing the importance of active practice, motivation, and feedback in thinking skills as well as other skills. This confirms that discussions are superior to lectures in improving thinking and problem solving.”* Guru mendorong siswa aktif berpartisipasi dalam pembelajaran, sehingga terjadi interaksi siswa dengan siswa lainnya akan meningkatkan berpikir kritis. Bahkan kegiatan diskusi memiliki keunggulan dibanding metode ceramah dalam hal meningkatkan pemikiran dan pemecahan masalah. Bai (2009) *“Designing discussion question can influence the achievement of the level of critical thinking because it allows students to read, to think, to reflect and formulate their thoughts in writing.”* Merancang pertanyaan diskusi dalam suatu proses pembelajaran dapat mempengaruhi pencapaian tingkat berpikir kritis siswa karena memungkinkan siswa untuk membaca, berpikir, dan merumuskan pikiran mereka secara tertulis.

Allison & Pan (2011) *“Critical thinking with Problem-Based Learning (PBL) in environmental building education, and should contribute to future*

debate on critical thinking and PBL in the wider knowledge community.” Berpikir kritis dengan PBL merupakan bangunan pendidikan yang dapat memberikan kontribusi bagi pendidikan masa depan. Lien (2009) *“Problem-based learning engagement in such activities will enhance learners’ critical thinking, self-directed learning, collaborative, problem-solving and reasoning skills.”* Pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan berpikir kritis siswa, *self-directed learning*, kolaborasi, pemecahan masalah dan keterampilan penalaran.

Hasil-hasil penelitian di atas secara konsisten menunjukkan bahwa pembelajaran kooperatif, pembelajaran berbasis masalah, kolaboratif, diskusi dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Klimovienė, et al., 2006; Gokhale, 1995; Smith, 2000; Bai, 2009; . Lien, 2009; Allison & Pan, 2011).

E. Model Pembelajaran yang Relevan dengan Keterampilan Berpikir Kritis

1. Model Pembelajaran

Beberapa istilah dalam proses pembelajaran memiliki kemiripan makna, sehingga seringkali orang merasa bingung untuk membedakannya. Istilah-istilah tersebut adalah pendekatan pembelajaran, strategi pembelajaran, metode pembelajaran, teknik pembelajaran, taktik pembelajaran, dan model pembelajaran. Pendekatan pembelajaran sebagai titik tolak atau sudut pandang terhadap proses pembelajaran merujuk pada pandangan tentang terjadinya suatu proses yang sifatnya masih sangat umum. Pendekatan pembelajaran terdapat dua jenis pendekatan, yaitu pendekatan pembelajaran yang berorientasi atau berpusat pada siswa (*student centered approach*) dan pendekatan pembelajaran yang berorientasi atau berpusat pada guru (*teacher centered approach*). Kegiatan

pembelajaran yang harus dikerjakan guru dan siswa agar tujuan pembelajaran dapat dicapai secara efektif dan efisien dibutuhkan strategi pembelajaran (Wina, 2008). Rowntree mengemukakan bahwa strategi pembelajaran terbagi atas dua jenis, yaitu *exposition-discovery learning* dan *group-individual learning* (Wina, 2008). Strategi pembelajaran, dalam kaitannya dengan pembelajaran di dalam kelas, dapat dibedakan antara strategi pembelajaran induktif dan strategi pembelajaran deduktif. Strategi pembelajaran sifatnya masih konseptual dan untuk mengimplementasikannya digunakan berbagai metode pembelajaran tertentu. Dengan kata lain, strategi merupakan “*a plan of operation achieving something*” sedangkan metode adalah “*a way in achieving something*” (Wina, 2008).

Metode pembelajaran sebagai cara yang digunakan untuk mengimplementasikan rencana yang telah disusun dalam bentuk kegiatan nyata dan praktis untuk mencapai tujuan pembelajaran. Metode pembelajaran yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan strategi pembelajaran, diantaranya metode ceramah, demonstrasi, diskusi, simulasi, *brainstorming*, debat, simposium, dan sebagainya. Metode pembelajaran dijabarkan ke dalam teknik dan taktik pembelajaran. Dengan demikian, teknik pembelajaran dapat diartikan sebagai cara yang dilakukan guru dalam mengimplementasikan suatu metode secara spesifik. Penggunaan metode ceramah pada kelas dengan jumlah siswa yang relatif banyak membutuhkan teknik tersendiri, yang tentunya secara teknis akan berbeda dengan penggunaan metode ceramah pada kelas yang jumlah siswanya terbatas. Demikian pula, penggunaan metode diskusi, perlu digunakan teknik yang berbeda pada kelas yang siswanya tergolong aktif dengan kelas yang

siswanya tergolong pasif. Teknik pembelajaran dapat diganti oleh guru, meskipun dalam koridor metode yang sama, sedangkan taktik pembelajaran merupakan gaya guru dalam melaksanakan metode atau teknik pembelajaran tertentu yang sifatnya individual, misalnya, dua orang guru sama-sama menggunakan metode ceramah, tetapi mungkin akan sangat berbeda dalam taktik yang digunakannya. Guru yang satu, penyajiannya cenderung banyak diselengi dengan humor karena memiliki *sense of humor* yang tinggi, sedangkan guru yang satunya lagi kurang memiliki *sense of humor*, tetapi lebih banyak menggunakan alat bantu elektronik karena sangat menguasai bidang itu. Gaya pembelajaran akan tampak keunikan atau kekhasan dari masing-masing guru, sesuai dengan kemampuan, pengalaman dan tipe kepribadian dari guru yang bersangkutan. Taktik pembelajaran akan menjadi sebuah ilmu sekaligus juga seni (kiat).

Pendekatan, strategi, metode, teknik dan bahkan taktik pembelajaran sudah terangkai menjadi satu kesatuan yang utuh, maka terbentuklah sebuah model pembelajaran. Model pembelajaran pada dasarnya merupakan bentuk pembelajaran yang tergambar dari awal sampai akhir yang disajikan secara khas oleh guru. Dengan kata lain, model pembelajaran merupakan bungkus atau bingkai dari penerapan suatu pendekatan, metode, dan teknik pembelajaran. Joyce, Weil, & Calhoun (2000), ciri model pembelajaran: (i) teori pendukung model yang dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis; (ii) sintaks; (iii) sistem sosial; (iv) prinsip reaksi; (v) sistem pendukung; (vi) dampak instruksional dan pengiring model. Ciri model pembelajaran ini dijabarkan menjadi beberapa aspek seperti Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3
Aspek Model Pembelajaran

No.	Aspek
1	Teori Belajar Pendukung Sesuai dengan prinsip teori konstruktivis dan teori belajar sosial.
2	Sintaks Sintaks pembelajaran bersifat logis dan rasional. Urutan sintaks pembelajaran sudah menggambarkan tujuan model pembelajaran. peran guru dan siswa dalam sintaks pembelajaran tergambar jelas. Sintaks pembelajaran dapat dilaksanakan.
3	Sistem Sosial Model memfasilitasi terjadinya interaksi antara guru dengan siswa. Model memfasilitasi terjadinya interaksi antar siswa. Guru berperan sebagai fasilitator dalam pembelajaran.
4	Prinsip Reaksi Menstimulasi siswa untuk berperilaku aktif. Menstimulasi siswa untuk terampil. Menumbuhkan sikap positif antar siswa. Menumbuhkan kemampuan berliterasi sains.
5	Sistem Pendukung Memfasilitasi siswa untuk memanfaatkan berbagai sumber belajar. Memanfaatkan lingkungan belajar sebagai alat untuk mendukung pembelajaran.
6	Dampak Instruksional dan Dampak Pengiring Mendorong pebelajar mampu memahami, menerapkan, dan mengembangkan pola pikir rasional dan objektif dalam merespon materi pembelajaran. Menginspirasi pebelajar berpikir secara kritis, analitis, kreatif, dan tepat dalam mengidentifikasi, memahami, memecahkan masalah, dan mengaplikasikan materi pembelajaran.

Dijabarkan dari Joyce, et al (2000)

Pakar pendidikan telah mengembangkan beberapa model pembelajaran. Model pembelajaran, tidak semua secara otomatis akan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Perkins & Tishman (1993) mengemukakan proses pembelajaran akan meningkatkan keterampilan berpikir kritis apabila mengandung tiga proses: (a) penguasaan materi; (b) internalisasi; (c) transfer materi pada kasus yang berbeda. Penguasaan siswa atas materi, cepat atau lambat dan seberapa dalam penguasaan tersebut sangat tergantung bagaimana

guru melaksanakan proses pembelajaran. Internalisasi merupakan proses yang terjadi karena apa yang telah dikuasai diaplikasikan dalam frekuensi tertentu, sehingga apa yang telah dikuasai secara pelan-pelan menjadi alami pada dirinya, sehingga otomatis akan muncul apabila diperlukan. Mengaplikasikan dari suatu pengetahuan yang dikuasai amat penting artinya bagi pengembangan kerangka pikir. Aplikasi yang dilakukan dikenakan pada berbagai kasus atau konteks yang berbeda, sehingga terjadi proses *transfer of learning*. Dengan demikian, *transfer of learning* akan terjadi proses penguatan keterampilan berpikir kritis. Beberapa model pembelajaran yang diduga meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi termasuk keterampilan berpikir kritis.

2. Model-model Pembelajaran yang Dapat Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis

Penelitian mengenai keterampilan berpikir kritis telah banyak dilakukan. Bahkan para ahli pendidikan telah banyak mengembangkan model pembelajaran. Berikut uraian beberapa model pembelajaran yang telah dikembangkan dan dapat menumbuhkan keterampilan berpikir siswa.

a. Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah

Nur (2011b) Pembelajaran Berdasarkan Masalah (PBL) tidak dirancang untuk membantu guru memberikan informasi yang sebanyak-banyaknya kepada siswa. Model pembelajaran berdasarkan masalah adalah sebuah model pembelajaran yang dilakukan melalui pemberian rangsangan berupa masalah-masalah yang kemudian dilakukan pemecahan masalah oleh siswa dengan harapan terjadi peningkatan keterampilan siswa dalam pencapaian materi

pembelajaran. Adapun tujuan dan hasil dari model pembelajaran berdasarkan masalah ini sebagai berikut.

1) Keterampilan berpikir dan keterampilan memecahkan masalah

Pembelajaran berdasarkan masalah ini ditujukan untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Nur, 2011b).

2) Pemodelan peranan orang dewasa

Resnick (Nur, 2011b). mengemukakan bahwa bentuk pembelajaran berdasarkan masalah penting menjembatani gap antara pembelajaran sekolah formal dengan aktivitas mental yang lebih praktis yang dijumpai di luar sekolah. Aktivitas-aktivitas mental di luar sekolah yang dapat dikembangkan adalah: (i) PBL mendorong kerjasama dalam menyelesaikan tugas, (ii) PBL memiliki elemen-elemen pemagangan, (iii) PBL melibatkan siswa dalam penyelidikan pilihan sendiri, yang memungkinkan mereka menginterpretasikan dan menjelaskan fenomena dunia nyata dan membangun pemahamannya tentang fenomena itu.

3) Belajar mengatur dirinya sendiri (*self directed learning*)

Pembelajaran berdasarkan masalah berpusat pada siswa. Siswa harus dapat menentukan sendiri apa yang harus dipelajari, dan dari mana informasi harus diperoleh di bawah bimbingan guru. Dengan bimbingan guru secara berulang-ulang, mendorong dan mengarahkan siswa untuk mengajukan pertanyaan, mencari penyelesaian terhadap masalah nyata, serta siswa belajar untuk menyelesaikan tugas-tugas itu secara mandiri dalam kehidupan kelak (Nur, 2011b).

Pembelajaran berdasarkan masalah umumnya terdiri dari lima fase utama, yaitu orientasi siswa terhadap masalah, mengorganisasikan siswa untuk belajar, membantu penyelidikan mandiri dan kelompok, penciptaan dan peragaan hasil karya, menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Namun demikian, sama halnya dengan model pembelajaran lain, PBL memiliki keterbatasan ketika mengembangkan dan mengimplementasikannya. Keterbatasan model PBL: (i) hasil belajar akademik siswa yang terlibat dalam pembelajaran berdasarkan masalah; (ii) jumlah waktu yang dibutuhkan untuk implementasi; (iii) perubahan peran siswa dalam proses pembelajaran; (iv) perubahan peran guru dalam proses pembelajaran; (v) perumusan masalah-masalah yang sesuai; (vi) asesmen yang valid atas pembelajarn siswa. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Jaedun (2008) yang menyatakan bahwa kendala dalam penerapan model pembelajaran PBL: (1) kondisi ruang kelas dan tempat duduk yang tidak dapat diatur secara bebas; (2) kendala dalam penyiapan soal-soal yang setara sebanyak jumlah kelompok yang ada; (3) penerapan model pembelajaran PBL cukup menyita waktu pembeajaran, baik waktu untuk latihan pemecahan soal-soal maupun presentasi hasil kerja kelompoknya di muka kelas.

Sugiyanto (2009, h.157) sebuah situasi masalah yang baik harus memenuhi lima kriteria penting, yaitu pertama, situasi mestinya autentik. Hal ini berarti bahwa masalahnya harus dikaitkan dengan pengalaman riil siswa dan bukan prinsip-prinsip disiplin akademis tertentu. Kedua, masalah itu mestinya tidak jelas/ tidak sederhana sehingga menciptakan misteri atau teka-teki. Masalah yang tidak jelas tidak dapat diselesaikan dengan jawaban sederhana dan memiliki

solusi-solusi alternatif, dengan kelebihan dan kelemahan masing-masing. Hal itu memberikan kesempatan untuk berdiskusi, berdialog dan berdebat. Ketiga, masalah itu seharusnya bermakna bagi siswa dan sesuai dengan tingkat perkembangan intelektual. Keempat, masalah itu mestinya cakupannya luas sehingga memberikan kesempatan kepada guru untuk memenuhi tujuan instruksionalnya, tetapi tetap dalam batas-batas yang layak bagi segi waktu, ruang, dan keterbatasan sumber daya. Kelima, masalah yang baik harus mendapatkan manfaat dari usaha kelompok, bukan justru menghalanginya. Model pembelajaran ini mulai diangkat, sebab ditinjau secara umum pembelajaran berdasarkan masalah terdiri dari menyajikan kepada siswa situasi masalah yang autentik (masalah harus dikaitkan dengan pengalaman riil siswa) dan bermakna yang dapat memberikan kemudahan kepada mereka untuk melakukan penyelidikan dan inkuiri. Model pembelajaran berdasarkan masalah merupakan suatu model pembelajaran berdasarkan banyaknya permasalahan yang membutuhkan pembelajaran yang autentik yakni penyelidikan yang membutuhkan penyelesaian nyata dari permasalahan tersebut.

b. Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Investigasi Kelompok

Nur (2011c), Model Pembelajaran Kooperatif (MPK) tipe investigasi kelompok dapat memotivasi seluruh siswa, memanfaatkan seluruh energi sosial siswa, saling mengambil tanggung jawab. Model pembelajaran kooperatif membantu siswa belajar setiap mata pelajaran, mulai dari keterampilan dasar sampai pemecahan masalah yang kompleks. Model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok adalah model pembelajaran yang di dalamnya

mengkondisikan para siswa bekerja bersama-sama didalam kelompok-kelompok kecil untuk membantu satu sama lain dalam belajar. Pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok didasarkan pada gagasan atau pemikiran bahwa siswa bekerja bersama-sama dalam belajar, dan bertanggung jawab terhadap aktivitas belajar kelompok mereka seperti terhadap diri mereka sendiri.

Pembelajaran kooperatif merupakan salah satu model pembelajaran yang menganut paham konstruktivisme. Slavin (2006), pendekatan konstruktivis dalam pengajaran secara khusus membuat belajar kooperatif ekstensif, secara teori siswa akan lebih mudah menemukan dan memahami konsep-konsep yang sulit apabila mereka dapat saling mendiskusikannya dengan temannya.

Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil belajar akademik siswa pada pembelajaran kooperatif lebih unggul dibandingkan dengan hasil belajar akademik pada pembelajaran konvensional. Slavin (Nur, 2011c) mengemukakan bahwa dari 45 laporan penelitian, 37 di antaranya menunjukkan bahwa hasil belajar akademik siswa pada kelas dengan pembelajaran kooperatif lebih tinggi dari kelas konvensional. Delapan di antaranya tidak ada perbedaan. Jadi tidak ada satupun yang menunjukkan pengaruh negatif. Telaah Slavin didasarkan atas penelitian pembelajaran kooperatif mulai tahun 1972 sampai tahun 1986 di sekolah-sekolah kota, pinggiran dan pedesaan di Amerika Serikat. Penelitian tersebut di atas dilakukan pada semua jenjang kelas SD pada bidang studi matematika sains, bahasa, geografi dan ilmu sosial. Keberhasilan penerapan pembelajaran kooperatif juga dilaporkan oleh Puma, Jones, Rock, & Fernandes (1993) mengemukakan bahwa 79% dari guru SD dan 62% dari guru SL terus

menerapkan model pembelajaran kooperatif pada kelas yang dibinanya. Hal ini dikarenakan pembelajaran kooperatif di samping unggul dalam mempengaruhi hasil belajar akademik, juga dalam pencapaian tujuan sosial dan afektif siswa. Hasil penelitian eksperimental dan korelasional membuktikan bahwa pembelajaran kooperatif lebih unggul dalam beberapa hal dibandingkan dengan pembelajaran lain yang bersifat kompetitif dan individualistik. Keunggulan yang dimaksud: a) pencapaian hasil belajar akademik lebih tinggi; b) lebih peduli dan mendukung hubungan pertemanan; c) lebih sehat secara psikologis, meningkatkan kompetensi sosial dan lebih meningkatkan kepercayaan diri. Hasil penelitian lain berasal dari Ong Eng Tek (1998) yang melakukan penelitian eksperimental dengan membandingkan model pembelajaran kooperatif dengan konvensional pada bidang studi matematika di kelas 4 SD di Malaysia. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa hasil belajar akademik siswa pada pembelajaran kooperatif lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan hasil belajar, dengan model pembelajaran konvensional.

Model Pembelajaran Kooperatif umumnya terdiri dari enam fase utama, yaitu menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa, menyajikan informasi, mengorganisasi siswa ke dalam kelompok-kelompok belajar, membimbing kelompok belajar dan bekerja, evaluasi, dan memberikan penghargaan. Nur (2011c) mengemukakan bahwa model pembelajaran kooperatif memiliki masalah terutama bagi guru, yaitu beban kerja yang terlampaui banyak mengenai penskoran nilai siswa dan mempersiapkan bahan ajar siswa.

Kata kooperatif dan kolaborasi dalam kamus Bahasa Indonesia cenderung diartikan dalam makna yang sama, yaitu kerjasama. Myers (Ted Panitz, 1999), kata kolaborasi berasal dari bahasa Latin dengan memfokuskan pada proses, sedangkan kooperasi bersumber dari Amerika yang lebih menekankan pada hasil. Ted Panitz (1999) mengungkapkan istilah kolaborasi menunjuk pada filsafat interaksi dan gaya hidup personal, sedangkan kooperasi lebih menggambarkan sebuah struktur interaksi yang didesain untuk memfasilitasi pencapaian suatu hasil atau tujuan tertentu. Matthews, et al (1998), menjelaskan perbedaan dan persamaan dari kedua konsep pembelajaran ini dalam Tabel 2.4 dan Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.4
Perbedaan Pembelajaran Kooperatif dan Pembelajaran Kolaboratif

Pembelajaran Kooperatif	Pembelajaran Kolaboratif
1. Para siswa menerima latihan keterampilan sosial dalam kelompok kecil.	Memiliki keyakinan bahwa para siswa telah memiliki keterampilan sosial yang diperlukan untuk mencapai tujuan pembelajaran
2. Aktivitas-aktivitas terstruktur yang dirancang guru dan masing-masing siswa memiliki peran khusus.	Siswa mengatur dan menegosiasikan usahanya sendiri.

Lanjutan Tabel 2.4

Pembelajaran Kooperatif	Pembelajaran Kolaboratif
1. Guru mengamati, mendengarkan dan melakukan intervensi dalam kelompok jika diperlukan.	Aktivitas tidak dimonitor oleh guru. Ketika ada pertanyaan yang ditujukan kepada guru, guru membimbing siswa-siswa untuk menemukan informasi yang diperlukan.
2. Siswa menyerahkan tugas pada akhir pelajaran untuk dievaluasi.	Siswa menyimpan draft untuk dilengkapi pada pekerjaan selanjutnya.
3. Guru melakukan asesmen kinerja siswa secara individual maupun kelompok.	Siswa melakukan asesmen kinerja secara individual maupun kelompok, berdasarkan konsensus kelompok kecil maupun kelas.

Tabel 2.5
Persamaan Pembelajaran Kooperatif dan Pembelajaran Kolaboratif

1. Menekankan pentingnya pembelajaran aktif.
2. Peran guru sebagai fasilitator.
3. Pembelajaran adalah pengalaman bersama antara siswa dan guru.
4. Meningkatkan keterampilan kognitif tingkat tinggi.
5. Lebih banyak menekankan tanggungjawab siswa dalam proses belajarnya.
6. Melibatkan situasi yang memungkinkan siswa dapat mengemukakan idenya dalam kelompok kecil.
7. Membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan sosial dan membangun ilmu.

c. Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*)

Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning/ PjBL*) adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai inti pembelajaran. Siswa melakukan eksplorasi, penilaian, interpretasi, sintesis, dan informasi untuk menghasilkan berbagai bentuk hasil belajar. Pembelajaran berbasis proyek merupakan model belajar yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktifitas tentang masalah nyata atau autentik. Pembelajaran berbasis proyek dirancang untuk digunakan pada permasalahan

komplek yang diperlukan siswa dalam melakukan insvestigasi dan memahaminya. *PjBL*, proses *inquiry* dimulai dengan memunculkan pertanyaan penuntun (*a guiding question*) dan membimbing siswa dalam sebuah proyek kolaboratif yang mengintegrasikan berbagai subjek (materi) dalam kurikulum. Pada saat pertanyaan terjawab, secara langsung siswa dapat melihat berbagai elemen utama sekaligus berbagai prinsip dalam sebuah disiplin yang sedang dikajinya. *PjBL* merupakan investigasi mendalam tentang sebuah topik dunia nyata.

Setiap siswa memiliki gaya belajar yang berbeda, maka pembelajaran ini memberikan kesempatan kepada para siswa untuk menggali konten (materi) dengan menggunakan berbagai cara yang bermakna bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif. Pembelajaran berbasis proyek, siswa diperkenalkan dengan suasana dan makna kerja yang sesungguhnya di dunia kerja. Mc Colum (2009), menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek memiliki karakteristik sebagai berikut.

- 1) Siswa membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja.
- 2) Permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada siswa.
- 3) Siswa mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan.
- 4) Siswa secara kolaboratif bertanggungjawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan.
- 5) Proses evaluasi dijalankan secara kontinyu.
- 6) Siswa secara berkala melakukan refleksi atas aktivitas yang sudah

dijalankan.

- 7) Produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kualitatif.
- 8) Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan.

Peran guru dalam pembelajaran berbasis proyek sebaiknya sebagai fasilitator, pelatih, penasehat dan perantara untuk mendapatkan hasil yang optimal sesuai dengan daya imajinasi, kreasi dan inovasi dari siswa. Mc Colum (2009) menyatakan langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek sebagai berikut.

1) Penentuan pertanyaan mendasar (*Start with the essential question*)

Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial, yaitu pertanyaan yang dapat memberi penugasan siswa dalam melakukan suatu aktivitas. Mengambil topik yang sesuai dengan realitas dunia nyata dan dimulai dengan sebuah investigasi mendalam. Pengajar berusaha agar topik yang diangkat relevan untuk para siswa.

2) Mendesain perencanaan proyek (*Design a plan for the project*)

Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara pengajar dan siswa. Dengan demikian siswa diharapkan akan merasa “memiliki” atas proyek tersebut. Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial, dengan cara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.

3) Menyusun jadwal (*Create a schedule*)

Pengajar dan siswa secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek. Aktivitas pada tahap ini antara lain: (1) membuat

timeline untuk menyelesaikan proyek; (2) membuat deadline penyelesaian proyek; (3) membawa siswa agar merencanakan cara yang baru,; (4) membimbing siswa ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek; (5) meminta siswa untuk membuat penjelasan (alasan) tentang pemilihan suatu cara.

4) Memonitor siswa dan kemajuan proyek (*Monitor the students and the progress of the project*)

Pengajar bertanggungjawab untuk melakukan monitor terhadap aktivitas siswa selama menyelesaikan proyek. Monitoring dilakukan dengan cara memfasilitasi siswa pada setiap proses. Dengan kata lain, pengajar berperan menjadi mentor bagi aktivitas siswa agar mempermudah proses monitoring, dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan aktivitas yang penting.

5) Menguji hasil (*Assess the outcome*)

Penilaian dilakukan untuk membantu pengajar dalam mengukur ketercapaian standar, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing siswa, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai siswa, membantu pengajar dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.

6) Mengevaluasi pengalaman (*Evaluate the experience*)

Proses pembelajaran, guru dan siswa perlu melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dilaksanakan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok. Tahap ini siswa

diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Guru dan siswa mengembangkan diskusi dalam rangka memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran.

Hasil penelitian Luthvitasari, et al (2013) menunjukkan bahwa implementasi pembelajaran fisika berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, yaitu sebesar 0.54% dan termasuk dalam kategori tinggi. Aspek keterampilan berpikir kritis yang diujikan mengalami peningkatan. Di samping itu, hasil penelitian ini juga ditemukan terdapat hubungan antara aspek keterampilan berpikir kritis dengan aspek keterampilan berpikir kreatif. Kemahiran *generic* sains siswa mengalami peningkatan.

d. Pembelajaran Discovery/Inquiry (*Discovery/Inquiry Learning*)

Model pembelajaran *discovery learning* mengarahkan siswa untuk memahami konsep, arti, dan hubungan, melalui proses intuitif untuk akhirnya sampai kepada suatu kesimpulan. Penemuan konsep tidak disajikan dalam bentuk akhir, tetapi siswa didorong untuk mengidentifikasi apa yang ingin diketahui dan dilanjutkan dengan mencari informasi sendiri kemudian mengorganisasi atau mengkonstruksi apa yang mereka ketahui dan pahami dalam suatu bentuk akhir. Hal tersebut terjadi bila peserta didik terlibat, terutama dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep dan prinsip. *Discovery* dilakukan melalui observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, penentuan dan *inferring*. Proses tersebut disebut *cognitive process* sedangkan *discovery* itu sendiri adalah

the mental process of assimilating concepts and principles in the mind.

Penggunaan *discovery learning*, ingin mengubah kondisi belajar yang pasif menjadi aktif dan kreatif, pembelajaran yang *teacher oriented* ke *student oriented*, dan mengubah modus *ekspository* siswa hanya menerima informasi dari guru ke modus *discovery* siswa menemukan informasi sendiri.

Mc Colum (2009), dalam mengaplikasikan metode *discovery learning* di kelas, beberapa prosedur yang harus dilaksanakan dalam kegiatan pembelajaran sebagai berikut.

1) *Stimulation* (stimulasi/pemberian rangsangan)

Pertama-tama pada tahap ini siswa dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungannya, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Di samping itu guru dapat memulai kegiatan pembelajaran dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah. Stimulasi pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu siswa untuk melakukan eksplorasi. Dalam hal memberikan stimulasi dapat menggunakan teknik bertanya, yaitu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang dapat menghadapkan siswa pada kondisi internal yang mendorong eksplorasi. Dengan demikian seorang Guru harus menguasai teknik-teknik dalam memberi

stimulus kepada siswa agar tujuan mengaktifkan siswa untuk mengeksplorasi dapat tercapai.

2) *Problem statement* (pernyataan/ identifikasi masalah)

Setelah melakukan stimulasi langkah selanjutnya adalah guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian pilih salah satu masalah dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah). Memberikan kesempatan siswa untuk mengidentifikasi dan menganalisa permasalahan yang mereka hadapi, merupakan teknik yang berguna dalam membangun pemahaman siswa agar terbiasa untuk menemukan masalah.

3) *Data collection* (pengumpulan data)

Tahap ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis, dengan memberi kesempatan siswa mengumpulkan berbagai informasi yang relevan, membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan nara sumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya. Konsekuensi dari tahap ini adalah siswa belajar secara aktif untuk menemukan sesuatu yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi, dengan demikian secara tidak disengaja siswa menghubungkan masalah dengan pengetahuan yang telah dimiliki.

4) *Data processing* (pengolahan data)

Pengolahan data merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para siswa baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan. Semua informasi hasil bacaan, wawancara, observasi, dan sebagainya, semuanya diolah, diacak, diklasifikasikan, ditabulasi, bahkan bila perlu dihitung dengan cara tertentu serta ditafsirkan pada tingkat kepercayaan tertentu. Data processing disebut juga dengan pengkodean coding/ kategorisasi yang berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi. Dari generalisasi tersebut siswa akan mendapatkan pengetahuan baru tentang alternatif jawaban/penyelesaian yang perlu mendapat pembuktian secara logis.

5) *Verification* (pembuktian)

Tahap ini siswa memeriksa secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil data yang telah diolah. Verifikasi bertujuan agar proses belajar berjalan dengan baik dan kreatif jika guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan suatu konsep, teori, aturan atau pemahaman melalui contoh-contoh yang ia jumpai dalam kehidupannya. Hasil pengolahan dan tafsiran, atau informasi yang ada, pernyataan atau hipotesis yang telah dirumuskan terdahulu itu kemudian dicek, apakah terjawab atau tidak, apakah terbukti atau tidak.

6) *Generalization* (menarik kesimpulan/generalisasi)

Tahap generalisasi adalah proses menarik kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi.

Bruner mengatakan bahwa proses belajar akan berjalan dengan baik dan kreatif jika guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan suatu konsep, teori, aturan, atau pemahaman melalui contoh-contoh yang ia jumpai dalam kehidupannya dan investigasi autentik (Budiningsih, 2005: h.41). *Discovery learning* menurut Bruner hendaknya guru memberikan kesempatan kepada siswanya untuk menjadi seorang *problem solver*, seorang *scientist*, *historian*, atau ahli matematika. Kegiatan investigasi autentik dalam pembelajaran, siswa akan menguasainya, menerapkan, serta menemukan hal-hal yang bermanfaat bagi dirinya.

e. Pembelajaran Diskusi

Diskusi merupakan suatu percakapan atau pembahasan terarah tentang suatu topik, masalah ataupun isu yang menarik perhatian semua peserta. Pembahasan dapat diarahkan pada klarifikasi (penjelasan) suatu isu atau masalah, menghimpun ide dan pendapat, merancang kegiatan, atau memecahkan masalah. Arends (2012) menyatakan bahwa diskusi dapat digunakan untuk meningkatkan lingkungan sosial yang positif di kelas. Hubungan kognitif sosial sangat jelas ditunjukkan bagaimana partisipasi sosial mempengaruhi perkembangan berpikir dan pertumbuhan kognitif. Kebanyakan sekolah, sedikit mendapat kesempatan

untuk bekerja dalam tugas-tugas bersama, dan sebagai akibatnya, banyak siswa tidak mengetahui bagaimana bekerja secara kooperatif (Arends, 2012).

Model pembelajaran diskusi kelas memberikan peluang kepada siswa untuk mengajukan pertanyaan, memadukan pendapat dan pemikiran dari temannya untuk mendapatkan kesepakatan dalam memecahkan masalah. Jika kebiasaan siswa memecahkan masalah, maka siswa akan terlatih menerapkan konsep, ide-ide umum, prinsip-prinsip serta teori-teori ke dalam situasi baru dan konkrit. Nury, Nury, & Agustini (2012) menyatakan bahwa model pembelajaran diskusi kelas dapat meningkatkan partisipasi siswa dalam kegiatan pembelajaran dikarenakan melalui diskusi siswa dapat mengkomunikasikan pendapatnya sehingga timbul saling ketergantungan antara satu sama lain daripada saat siswa belajar sendiri-sendiri. Hasil penelitian Nury, et al (2012) menunjukkan bahwa dengan menggunakan model pembelajaran diskusi, aktivitas siswa menjawab pertanyaan mengalami peningkatan, yaitu dari 12,22% menjadi 15,55%, hal ini menunjukkan bahwa siswa juga aktif dalam kegiatan pembelajaran, sedangkan perilaku yang tidak relevan dari tiap pertemuan mengalami penurunan dari 10%. Hal ini dikarenakan siswa telah terbiasa belajar menggunakan model diskusi kelas, sehingga aktivitas perilaku yang tidak relevan dalam pembelajaran tidak banyak terjadi.

Selain daripada itu, model pembelajaran diskusi, juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk berbagi seluruh kelas dengan mempresentasikan hasil diskusinya. Cara yang tepat untuk menginformasikan isi materi pelajaran kepada siswa secara cepat, mengundang pertukaran ide di antara mereka,

mengkomunikasikan dan mengekspresikan pikiran dan pendapat mereka baik lisan maupun tulisan tentang topik yang sedang didiskusikan dalam sebuah lingkungan yang tidak menakutkan (Khaeruddin, 2013b). Hal ini ditunjukkan hasil penelitian Khaeruddin (2013b) bahwa model pembelajaran diskusi kelas dapat meningkatkan 3 hal: (i) hasil belajar proses yang mengecek pengertian dan pemahaman kata-kata sains keterampilan proses sains; (ii) kinerja siswa dalam melakukan pengamatan, mengajukan pertanyaan, melakukan eksperimen membuat tabel, membuat grafik, dan membaca grafik; (iii) hasil belajar produk.

f. Pembelajaran Presentasi

Tujuan model pembelajaran presentasi terutama adalah untuk membantu siswa memperoleh, mengasimilasi, dan menyerap informasi. Nur (2000) mengemukakan bahwa model tersebut membantu siswa membangun dan memperluas struktur konsep mereka dan mengembangkan kebiasaan-kebiasaan spesifik untuk berfikir tentang informasi. Tujuan-tujuan pada saat menggunakan model ini mengarah pada perolehan pengetahuan deklaratif yang mudah dimengerti.

Nur (2000) menyatakan terdapat empat fase model pembelajaran presentasi, yaitu (i) menyajikan tujuan dan memotivasi, guru menyampaikan tujuan pelajaran dan mempersiapkan siswa untuk belajar, (ii) menyajikan *advance organizer*, guru menyajikan dan memastikan bahwa *advance organizer* tersebut memberikan suatu kerangka kerja untuk pembelajaran materi berikutnya dan dikaitkan dengan pengetahuan awal siswa, (iii) menyajikan materi pembelajaran, guru menyajikan materi pembelajaran, memberikan perhatian khusus pada

pengurutan logis materi tersebut dan kebermaknaan bagi siswa, (iv) memeriksa pembahasan dan memantapkan berfikir siswa, guru mengajukan pertanyaan dan membangkitkan respons siswa tentang penyajian tersebut untuk memperluas berfikir siswa dan mendorong berfikir cermat dan kritis.

Model pembelajaran presentasi, guru mengupayakan untuk mengendalikan struktur lingkungan belajar secara ketat, kecuali dalam fase 4, guru harus memfasilitasi interaksi siswa, guru merupakan penyaji aktif dan mengharapkan siswa menjadi pendengar yang aktif. Penggunaan model yang berhasil memerlukan kondisi yang baik untuk penyajian dan mendengarkan, meliputi fasilitas yang sesuai untuk penggunaan alat peraga dan multimedia. Keberhasilan model bergantung pada siswa yang cukup termotivasi untuk mendengarkan apa yang dikatakan guru. Penyajian formal, siswa tidak melakukan kegiatan lain yang tidak relevan.

Penelitian mengenai keterampilan berpikir kritis telah banyak dilakukan, bahkan para ahli pendidikan telah banyak mengembangkan model pembelajaran dalam rangka peningkatan keterampilan berpikir siswa seperti yang diuraikan di atas. Model pembelajaran yang ada saat ini masih bersifat general dan implementasinya masih mengalami kesulitan untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis. Oleh karena, untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis diperlukan keterampilan proses sains siswa yang optimal, sedangkan beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa di Indonesia belum optimal. Oleh karena itu, model ini selain dikembangkan untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, juga membekali keterampilan proses sains siswa dengan memanfaatkan salah satu media, yaitu media PhET.

3 Spesifikasi Model Pembelajaran Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis

Abad ke 21 merupakan era informasi dan teknologi di mana seseorang harus mampu merespons perubahan secara cepat dan efektif. Untuk merespons perubahan itu, diperlukan keterampilan berpikir kritis meliputi keterampilan intelektual yang fleksibel, kemampuan menganalisis informasi, dan kemampuan mengintegrasikan berbagai sumber pengetahuan untuk memecahkan masalah. Dengan demikian, keterampilan berpikir kritis di kalangan siswa amat diperlukan demi keberhasilan mereka dalam pendidikan dan kehidupan bermasyarakat. Bahkan, Kurikulum 2013 secara tegas dinyatakan kompetensi dasar bidang studi fisika, yakni menunjukkan perilaku ilmiah antara lain teliti, tekun, bertanggung jawab dan kritis dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi (Kemdikbud, 2016).

Hal ini mengindikasikan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat dikembangkan atau diperkuat melalui proses pembelajaran. Pembelajaran mengembangkan kemampuan kognitif untuk suatu mata pelajaran tertentu, pembelajaran juga dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Proses pembelajaran, tidak semua secara otomatis akan meningkatkan keterampilan berpikir kritis, tetapi hanya proses pembelajaran yang mendorong diskusi dan banyak memberikan kesempatan siswa berpendapat, menggunakan gagasan-gagasan siswa, memberikan banyak kesempatan kepada para siswa untuk mengekspresikan gagasan-gagasan dalam tulisan, mendorong kerjasama dalam mengkaji dan menemukan pengetahuan, mengembangkan tanggung jawab,

refleksi diri dan kesadaran sosial, yang akan mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Selain itu, antusiasme guru dalam melaksanakan tugas sebagai tenaga pendidik serta kultur sekolah juga ikut berpengaruh terhadap tumbuhnya keterampilan berpikir kritis di kalangan siswa (Tsui, 2002). Oleh karena itu, guru sebagai profesi perlu memiliki keterampilan berpikir kritis (Yüksel & Alci, 2012), tetapi tidak cukup jika guru hanya memiliki keterampilan berpikir kritis tanpa diajarkan kepada siswa. Persoalannya adalah bagaimana cara menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran. Hasil penelitian Choy (2012) menunjukkan bahwa sebagian besar guru tidak tahu bagaimana melakukan pembelajaran agar dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa secara efektif. Choy mengatakan guru tampaknya tidak mempraktekkan empat hal dalam proses pembelajaran, yaitu analisis asumsi, kesadaran kontekstual, spekulasi imajinatif dan reflektif skeptisme sebagai refleksi, padahal ini penting dipraktekkan di kalangan guru untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam hal berpikir kritis.

Proses pembelajaran sains, penelitian menunjukkan bahwa guru dalam mengimplementasikan proses dan kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan hakikat sains masih sangat lemah, padahal para ahli pendidikan telah banyak mengembangkan model pembelajaran dalam rangka peningkatan keterampilan berpikir siswa seperti yang telah diuraikan sebelumnya. Namun demikian, model pembelajaran yang ada saat ini dalam mengimplementasikannya, guru masih mengalami kesulitan. Selain daripada itu, perangkat pembelajaran yang digunakan guru belum merangsang tumbuhnya keterampilan berpikir kritis. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian Khaeruddin (2013a) menemukan bahwa (i)

tujuan pembelajaran dalam skenario Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang dibuat guru tidak spesifik melatih keterampilan proses sains. Rumusan tujuan pembelajaran hanya berorientasi pada kognitif produk, bahkan tidak ada satupun tujuan yang mengarah pada kognitif proses, yaitu berpikir tingkat tinggi,

(ii) bahan ajar (buku dan LKS) yang digunakan kurang merangsang keterampilan proses sains, contohnya buku yang diterbitkan oleh pusat perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, yaitu buku SMA Kelas X, tujuan pembelajaran yang tertulis dalam buku adalah (i) membedakan perpindahan dan jarak tempuh, (ii) membedakan kecepatan dan kelajuan baik nilai rata-rata maupun sesaatnya, (iii) membedakan percepatan dan perlajuan baik nilai rata-rata maupun sesaatnya, (iv) menyimpulkan karakteristik Gerak Lurus Beraturan (GLB), (v) menyimpulkan karakteristik Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB), (vi) menerapkan besaran-besaran GLBB pada gerak jatuh bebas. Hal ini mengindikasikan bahwa keterampilan proses sains tidak dilatihkan dalam proses pembelajaran. Pada hal Kurikulum 2013 secara tegas menyatakan bahwa proses pembelajaran Fisika dengan menggunakan pendekatan ilmiah yang basisnya adalah keterampilan proses sains. Selain itu, tes yang diberikan kepada siswa sebagian besar masih berorientasi pada kognitif produk, contohnya tes Ujian Nasional (UN), proporsi butir tes kinerja keterampilan proses sains belum mendapat perhatian untuk dijadikan sebagai komponen penilaian, padahal Kurikulum 2013 mempersyaratkan penggunaan penilaian hasil belajar terdiri dari penilaian autentik seperti unjuk kerja. Bahan ajar yang ada saat ini belum mendukung terlaksananya Kurikulum 2013.

Hasil penelitian juga dibuktikan dalam uji coba perangkat pembelajaran bercirikan keterampilan berpikir kritis (Khaeruddin, 2013b). Guru bingung mengajar dengan menggunakan LKS yang dapat mengembangkan keterampilan

proses sains siswa, bahkan guru mempertanyakan “apa itu variabel manipulasi, variabel respon, variabel kontrol, kenapa tidak ada prosedur kerjanya” dan guru menyarankan: (i) LKS sedapat mungkin dibuatkan tabel data pengamatan agar siswa langsung membuat grafiknya (hubungan antara kekasaran permukaan dengan gaya gesek; (ii) tabel data disarankan, ditambahkan analisis dari data tersebut agar siswa bisa dengan sendirinya menyelesaikan soal-soal yang berhubungan dengan gaya gesekan.

Hasil uji coba ini semakin memperkuat hasil analisis dokumen perangkat pembelajaran yang menyatakan bahwa LKS yang digunakan dalam proses pembelajaran selama ini belum merangsang berkembangnya keterampilan proses sains. Hal ini ditunjukkan LKS yang digunakan tidak mengukur keterampilan proses sains. Oleh karena dalam LKS tidak tercantum kata-kata rumusan masalah, rumusan hipotesis, identifikasi variabel, definisi operasional variabel, melaksanakan percobaan, membuat tabel, membuat grafik, interpretasi, analisis, inferensi dan kesimpulan. Aspek penting dalam membangun literasi sains siswa belum optimal, yaitu pemahaman terhadap istilah-istilah dalam sains kebiasaan dan berkomunikasi dalam pembelajaran sains. Cara siswa belajar serta kemampuan guru dalam mengenali potensi siswanya belum maksimal. Padahal kemampuan mengenali potensi berpikir siswa akan mempermudah guru menyusun, merumuskan dan melaksanakan pembelajaran. Pelaksanaan pembelajaran sains sangat dibutuhkan bahan ajar yang dapat mengembangkan keterampilan proses sains. Oleh karena, keberadaan bahan ajar penting sekali dalam menunjang keberhasilan terlaksananya Kurikulum 2013. Oleh karena itu,

guru hendaknya memilih dan memilah model pembelajaran yang dapat menumbuhkan kemampuan berpikir yang didukung oleh bahan ajar sains hendaknya disusun dengan pertimbangan memberikan peluang kepada siswa agar dapat mengembangkan: (i) keterampilan proses yang meliputi kemampuan untuk mengamati, membandingkan dan membedakan, mengelompokkan, mengukur, mengkomunikasikan, serta tingkatan keterampilan proses yang lebih tinggi, seperti meramalkan, mengaplikasikan konsep, dan mengkomunikasikan; (ii) kemampuan berinquri; (iii) kemampuan berpikir; (iv) kemampuan literasi sains dalam rangka memahami istilah-istilah sains (Toharudin, Sri Hendrawati, & Rustaman, 2011: h. 205). Dengan demikian, guru sains harus pandai memilah dan memilih strategi yang sesuai dengan karakteristik mata pelajaran sains.

Pembelajaran sains-fisika harus dilaksanakan dengan berorientasi pada keterampilan proses sains untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta berkomunikasi sebagai salah satu keterampilan penting yang harus dimiliki oleh siswa. Hal ini disebabkan karena prosedur ilmiah dalam rangka memecahkan masalah memerlukan interpretasi, analisis, dan inferensi, sedangkan ketiga indikator tersebut merupakan keterampilan berpikir kritis yang melibatkan proses kognitif tingkat tinggi (Burden & Byrd, 2007; Rudinow & Barry, 2008). Hasil kajian tiga model pembelajaran, penulis berkesimpulan bahwa sintaks atau langkah yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis: (i) mengorganisasikan siswa kedalam belajar kelompok (fase-3 model pembelajaran kooperatif); (ii) membimbing dan melakukan investegasi kelompok (fase-3 model pembelajaran berbasis masalah); (iii) melakukan diskusi (fase-3 diskusi kelas).

Beberapa uraian di atas, maka penulis berkeyakinan bahwa untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa, diperlukan proses pembelajaran dalam kelas bercirikan *driving question or problem*, *authentic Investigation: Science Processes Skills*, *collaboration*, dan *discussion*.

4. Perbandingan Model Pembelajaran yang Dapat Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis

Kajian terhadap model pembelajaran berdasarkan masalah dan model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok, maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dan hasil kedua model pembelajaran tersebut adalah (i) untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, (ii) tidak secara spesifik mengembangkan keterampilan berpikir kritis, walaupun keterampilan berpikir kritis merupakan bagian dari keterampilan berpikir tingkat tinggi. Oleh karena itu, secara spesifik perlu dikembangkan suatu model pembelajaran yang dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa. Dasar pengembangan model ini adalah model pembelajaran berdasarkan masalah. Oleh karena itu, rancangan konsep model pembelajaran sebagai pembanding dengan model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6
Perbandingan Model Pembelajaran yang dapat Meningkatkan
Keterampilan Berpikir Kritis

Model PBL	Model PFBKPS
Orientasi siswa terhadap masalah	Identifikasi ide
Mengorganisasikan siswa untuk belajar	Kolaborasi
Membantu penyelidikan mandiri dan kelompok	Investigasi autentik: <i>Science Processes Skills</i>
Penciptaan dan peragaan hasil karya	Diskusi Kelas dan Presentasi
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	

Keterangan: Model PFBKPS adalah Model Pembelajaran yang dikembangkan (Cooper & Simonds, 1995; Gokhale, 1995; Cooper & Robinson, 1998; Klimovienė, Urbonienė, & Barzdžiukienė, 2006; Smith, 2000; Bai, 2009; Lien, 2009; Allison & Pan, 2011; Nur, 2011a)

Hasil kajian dan Tabel 2.6 dapat dibuat ringkasan tentang kelemahan dan kelebihan yang terdapat pada model-model tersebut ketika diterapkan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7
Kelebihan dan kelemahan Model PBL dan Model PFBKPS
untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis

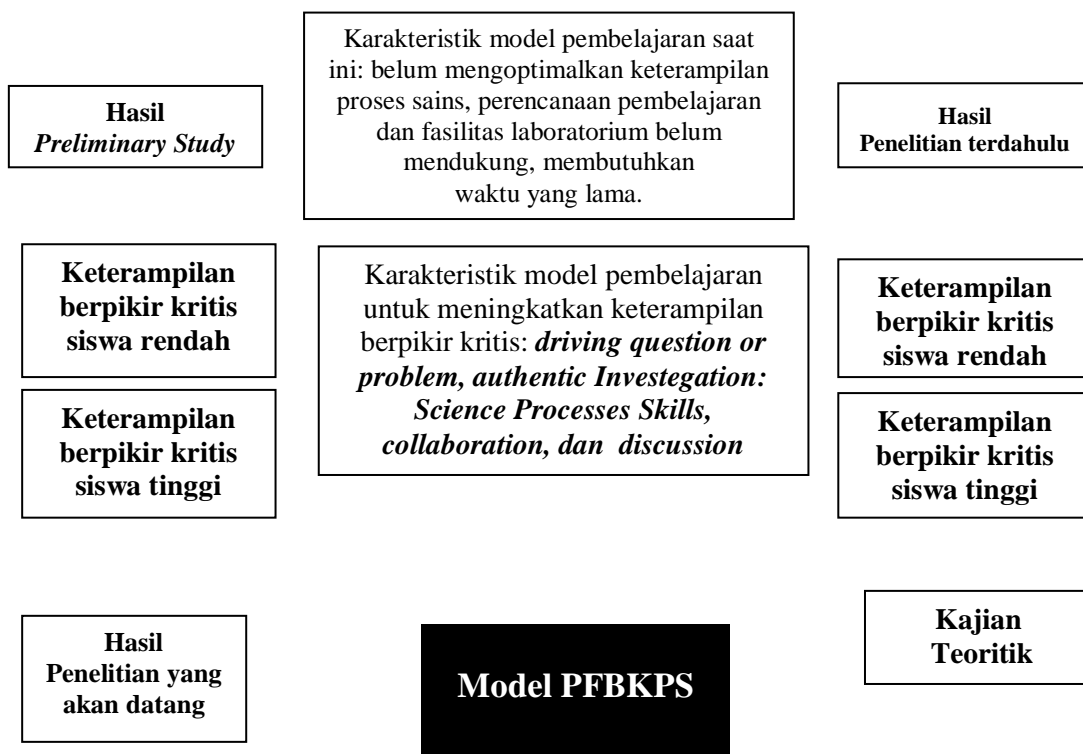
Pembelajaran	Kelebihan	Kelemahan
Model PBL	Model PBI memiliki tujuan utama adalah mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Arends, 2012; Nur, 2011b; Joyce, et al., 2000).	Sulitnya mengimplementasikan fase 3 model PBI sehingga perlu perencanaan pembelajaran yang lebih matang, membutuhkan fasilitas laboratorium yang memadai, serta membutuhkan waktu yang lama. Selain itu, model PBI tidak dirancang secara spesifik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa (Jaedan, 2008; Khaeruddin, 2013a).

Lanjutan Tabel 2.7

Pembelajaran	Kelebihan	Kelemahan
Model PFBKPS	Model PFBKPS memiliki tujuan utama adalah mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui pengkajian beberapa hasil penelitian (Cooper & Simonds, 1995; Gokhale, 1995; Cooper & Robinson, 1998; Klimovienė, Urbonienė, & Barzdžiukienė, 2006; Smith, 2000; Bai, 2009; Lien, 2009; Allison & Pan, 2011; Nur, 2011a)	Hasil ujicoba terbatas dan luas menunjukkan Model PFBKPS akan sukses jika keterampilan proses sains siswa optimal dan KPS akan optimal jika dalam proses pembelajaran ditunjang dengan LKS KPS yang dilengkapi dengan program simulasi seperti PhET sehingga keterbatasan fasilitas laboratorium teratasi dan tidak membutuhkan waktu yang lama.

F. Kerangka Pikir

Kenyataan menunjukkan bahwa pembelajaran sains selama ini hanya terfokus pada produk, padahal pembelajaran sains yang dituntut bukan hanya produk, tetapi juga proses. Salah satu Standar Kompetensi Lulusan (SKL) mata pelajaran sains adalah menunjukkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam memecahkan masalah sederhana kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, rancangan pembelajaran yang secara spesifik menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa sangat dibutuhkan. Untuk memenuhi hal tersebut diperlukan kerangka pikir dalam rangka mengembangkan rancangan pembelajaran yang dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis sebagai salah satu hakikat pembelajaran sains seperti pada Bagan 2.1.



Bagan 2.1
Kerangka Pikir

Bagan 2.1 di atas, seharusnya siswa harus aktif dalam proses untuk memperoleh produk. Hasil *preliminary study* terhadap 31 guru yang tersebar pada enam SMA di kota Makassar melalui analisis dokumen perangkat pembelajarannya menunjukkan bahwa perangkat sebagai acuan dalam proses pembelajaran belum merangsang berkembangnya keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa (Khaeruddin, 2013b). Hal ini berdampak pada ketercapaian indikator dalam pembelajaran belum maksimal: (i) aspek kognitif proses meliputi keterampilan proses sains siswa masih rendah; (ii) aspek psikomotorik siswa belum baik; (iii) aspek afektif, siswa belum terlibat aktif dalam proses pembelajaran mengembangkan keterampilan sosial (Khaeruddin,

2013b). Di samping itu, proses untuk memperoleh produk belum optimal diberikan dan dilatihkan kepada siswa, akibatnya keterampilan proses sains siswa, juga belum optimal. Beberapa hasil penelitian keterampilan proses sains siswa khususnya di Indonesia belum menggembirakan (Haryono, 2006; Sohibin, et al., 2009; Widayanto, 2009; Khaeruddin, et al., 2011; Triwiyono, 2011; Nur, 2011a), padahal kekuatan pembelajaran sains untuk membangun kemampuan berpikir kritis siswa terletak pada kemampuan keterampilan proses yang memacu dikembangkannya berbagai kemampuan berpikir siswa dan hal ini merupakan tuntutan kurikulum 2006. Karamustafaoglu (2011), pengembangan keterampilan proses sains memungkinkan siswa mengkonstruksi dan menyelesaikan masalah serta berpikir kritis. Keterampilan proses sains ternyata seiring dengan rendahnya keterampilan berpikir kritis mahasiswa.

Selain daripada itu, khusus materi fisika “Kinematika” hasil penelitian Brian, et al (2008) menemukan kurang dari 20% mahasiswa yang dapat memberikan argumentasi yang benar. Padahal menurut Ennis (1996), memberikan argumentasi dalam memahami suatu kasus merupakan salah satu indikator keterampilan berpikir kritis seseorang. Hasil penelitian ini diperkuat oleh temuan *preliminary study* pada enam SMA di kota Makassar dengan jumlah siswa sebanyak 200 orang diperoleh rata-rata keterampilan berpikir kritis siswa enam SMA meliputi interpretasi sebesar 1,53, analisis sebesar 1,15, dan inferensi sebesar 1,52. Hal ini, juga terjadi pada mahasiswa, yaitu keterampilan berpikir kritis mahasiswa masih rendah. Rata-rata keterampilan berpikir kritis mahasiswa meliputi interpretasi sebesar 1,46, analisis sebesar 1,46, dan inferensi sebesar 1,79 (Khaeruddin, 2013a). Nilai tersebut menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis masih rendah, dibandingkan dengan nilai maksimum yang mungkin dicapai oleh siswa maupun mahasiswa, yaitu sebesar nilai 10,00.

Penelitian mengenai keterampilan berpikir kritis telah banyak dilakukan, bahkan para ahli pendidikan telah banyak mengembangkan model pembelajaran dalam rangka peningkatan keterampilan berpikir siswa seperti model pembelajaran kooperatif tipe investigasi kelompok, diskusi kelas, dan model pembelajaran berbasis masalah. Model pembelajaran yang ada saat ini masih bersifat general, belum secara spesifik mengembangkan model pembelajaran dalam rangka menumbuhkan suatu keterampilan berpikir seperti keterampilan berpikir kritis siswa melalui mata pelajaran fisika.

Oleh karena itu, secara spesifik perlu dikembangkan suatu model pembelajaran fisika yang dapat menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa. Berdasarkan review literatur pada kajian pustaka, maka penulis berkeyakinan bahwa untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa, diperlukan proses pembelajaran dalam kelas bercirikan *driving question or problem*, *authentic Investegation: Science Processes Skills*, *collaboration*, dan *discussion*. Jika siswa diberi kesempatan terlibat aktif belajar kolaboratif dalam melakukan *authentic Investegation*, maka siswa akan berusaha mengetahui dan memahami materi yang akan menjadi topik penyelidikan. Hal ini disebabkan karena dalam belajar kolaboratif siswa diberi kesempatan untuk menyumbangkan pikiran masing-masing dalam memecahkan masalah bersama. Selain daripada itu, akan menumbuhkan rasa tanggung jawab dan harga diri siswa, sehingga dalam berdiskusi, mereka berusaha mengajukan pertanyaan yang berbobot, masuk akal, mempunyai suatu argumen yang kuat tentang masalah yang ditanyakan. Siswa berpikir keras menanggapi pertanyaan dengan logis, efisien, kreatif dengan tata bahasa yang baik dan dapat dipahami. Hal ini akan menimbulkan suatu pertanyaan dan jawaban yang konkret dan tidak diragukan dari segi empiris dan rasionalnya. Dengan demikian, akan meningkatkan keterampilan siswa dalam

menginterpretasi, menganalisis dan menginferensi data hasil penyelidikan. Namun demikian, peluang saja tidak cukup, tanpa direalisasikan. Siswa harus menggunakan peluang itu untuk melakukan sendiri proses tersebut secara terus menerus.

G. Model Hipotetik Model PFBKPS

Berdasarkan kajian teori pembelajaran, konsep berpikir kritis, hasil penelitian, dan kajian di lapangan melalui *preliminary study*, maka diajukan hipotesis berupa model pembelajaran fisika untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis seperti Tabel 2.8. **Model pembelajaran yang dikembangkan selanjutnya diberi nama dengan Model PFBKPS (Model Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains).**

Tabel 2.8
Fase Model PFBKPS

Fase	Perilaku Guru
Identifikasi ide Kolaborasi	Guru mengajukan pertanyaan atau masalah. Guru melibatkan siswa dalam kelompok belajar dalam rangka menyelesaikan masalah dan atau tugas secara bersama untuk menghasilkan suatu produk.
Investigasi autentik: <i>Science Process Skills</i>	Guru membimbing dan melakukan analisis, interpretasi dan inferensi berbasis data hasil investigasi autentik.
Diskusi Kelas dan Presentasi	Guru memberikan kesempatan kepada siswa melakukan interpretasi dan inferensi terkait dengan data hasil investigasi autentik melalui diskusi.

(Cooper & Simonds, 1995; Gokhale, 1995; Cooper & Robinson, 1998; Klimovienė, Urbonienė, & Barzdžiukienė, 2006; Smith, 2000; Bai, 2009; Lien, 2009; Allison & Pan, 2011; Nur, 2011a)

Fase atau sintaks **model PFBKPS** pada Tabel 2.8 di atas setiap fase memiliki dukungan teoritis dan empiris serta aktivitas guru, siswa, dan hasil belajar seperti Tabel 2.9 dan Tabel 2.10 berikut.

Tabel 2.9
Dukungan Teoritis dan Empirik Model PFBKPS

Dukungan Teoritik	Dukungan Empirik
Fase 1:	
Identifikasi Ide	
1. Siswa harus membangun sendiri pengetahuan secara individual dan kolektif. Setiap siswa memiliki konsepsi dan keterampilan untuk membangun pengetahuannya dalam rangka memecahkan masalah nyata (Lunenburg, 2011, p. 100).	1. Penelitian pada bidang studi fisika menunjukkan bahwa konstruktivis dapat memfasilitasi dan melibatkan siswa secara aktif berpikir dan diskusi di dalam kelas yang pada akhirnya siswa berpartisipasi kognitif dalam kelas karena mereka memperoleh kesempatan melakukan interpretasi, analisis, inferensi serta berbagi dengan rekan-rekannya (Chang, 2010).
2. Konstruktivis percaya bahwa belajar terjadi ketika siswa menghadapi pengalaman dan konsep baru dan berusaha untuk mengasimilasi ke dalam struktur kognitif yang ada atau menyesuaikan dengan skema untuk mengakomodasi informasi baru. Pengalaman belajar ini bersifat pribadi dan skema yang telah terbentuk sebelumnya akan diubah berdasarkan pengalaman, keyakinan, nilai-nilai, sosial budaya, dan persepsi sebelumnya (Ray, 2002).	2. Model PFBKPS, siswa memiliki kesempatan untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin masalah yang relevan dengan bahan pelajaran (Khaeruddin, Nur, & Wasis, 2016a).
Fase 2:	
Kolaborasi	
1. Alexander dan McDougall mengemukakan bahwa untuk mengatasi pembelajaran satu arah perlu diterapkan pembelajaran aktif seperti pembelajaran kolaboratif. Oleh karena, pembelajaran satu arah tidak memberi kontribusi pada pengembangan berpikir kritis,	1. Hasil penelitian Abrami “ <i>Positive and significant effect of collaborative learning for improving students’ critical thinking skills and dispositions</i> (Lai, p.35).” Pembelajaran kolaboratif efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Lanjutan Tabel 2.9

Dukungan Teoritik	Dukungan Empirik
<p>sedangkan pembelajaran aktif dapat meningkatkan dan mengembangkan pemikiran kritis siswa (Yin & Alazidiyeen, 2011).</p> <p>2. Thayer-Bacon yang mengatakan bahwa <i>“proponents of collaborative include who emphasizes the importance of students’ relationships with others in developing critical thinking skills (Lai, p.34).”</i> Pembelajaran kolaboratif menekankan pentingnya hubungan siswa dengan orang lain dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis.</p>	<p>2. Model PFBKPS mampu menciptakan pembelajaran kolaboratif yang dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis. (Khaeruddin, et al., 2016b).</p>
<p>Fase 3: Investegasi autentik: Science Process Skills</p> <p>1. Ray (2002) mengungkapkan konstruktivis percaya bahwa belajar terjadi ketika siswa menghadapi pengalaman dan konsep baru dan berusaha untuk mengasimilasi ke dalam struktur kognitif yang ada atau menyesuaikan dengan skema untuk mengakomodasi informasi baru.</p>	<p>1. Penelitian Nur, yaitu rendahnya keterampilan proses sains siswa, kemungkinan besar: (i) siswa SMA belum memperoleh kesempatan maksimal dalam belajar keterampilan proses sains, (ii) belum diajarkan secara utuh, (iii) siswa baru memperoleh kesempatan belajar IPA sebagai produk, belum belajar IPA sebagai proses serta (iv) siswa tampak asing atau belum terbiasa mengerjakan tes keterampilan proses (Nur, 2011a).</p>

Lanjutan Tabel 2.9

Dukungan Teoritik	Dukungan Empirik
<p>2. Prinsip teori belajar konstruktivis, perolehan pengetahuan menjadi salah satu syarat dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu, guru harus memiliki pengetahuan dan pemahaman tentang cara berpikir siswa dan bagaimana mengembangkan keterampilan berpikir.</p> <p>3. Karamustafaoglu. (2011), pengembangan keterampilan proses sains memungkinkan siswa mengkonstruksi dan menyelesaikan masalah serta berpikir kritis. Kemungkinan ini dapat terjadi karena komponen-komponen berpikir kritis sebagian besar merupakan komponen keterampilan proses sains seperti <i>designing experiments, testing hypotheses, hypothesizing, predicting, inferring, classifying, measuring, observing</i> (Hassard, 2005, p.332). Bahkan Para pakar hampir bulat (N> 95%) memasukkan <i>analisis dan inferensi</i> sebagai inti keterampilan berpikir kritis dan terdapat konsensus pakar yang kuat (N> 87%) yang menyatakan bahwa <i>interpretasi</i> juga sebagai inti keterampilan berpikir kritis (Nur, Nasution, & Suryanti, 2013, h.7). Dengan demikian, jika keterampilan proses sains siswa berkembang, maka keterampilan berpikir</p>	<p>2. Hasil penelitian Ozkahraman & Yildirim (2011) dengan melaksanakan program pembelajaran berbasis keterampilan proses sains.</p> <p>3. Berpikir kritis pada mahasiswa selama 14 minggu. Penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok mahasiswa program pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis lebih baik dibandingkan dengan kelompok mahasiswa tanpa program pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis. LKS berbasis keterampilan proses sains adalah valid dan efektif menumbuhkan keterampilan berpikir kritis (Khaeruddin, et al., 2016a).</p>

Lanjutan Tabel 2.9

Dukungan Teoritik	Dukungan Empirik
<p>kritis mereka juga akan berkembang. Dengan demikian, jika keterampilan proses sains siswa berkembang, maka keterampilan berpikir kritis mereka juga akan berkembang.</p>	
Fase 4:	
Diskusi Kelas dan Presentasi	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Masek & Yamin (2011, p.217) adalah <i>"Processes such as discussion, debating, sharing, and teaching one another, creates a platform for students to experience an environment that is conducive for critical thinking to growth."</i> Proses seperti diskusi, berdebat, berbagi, menciptakan lingkungan yang kondusif bagi siswa dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis. 2. Pritchard & Woollard (2010, p.8) menyatakan bahwa <i>"Social theories of learning emphasises the role of observation and participation as a means of learning. It does not rule out interaction with others, but this interaction is stresses less than in social constructivism. Social interaction plays a fundamental role in the development of cognition."</i> Teori belajar sosial menekankan pada pengamatan dan partisipasi dengan interaksi sosial sebagai dasar pengembangan kognitif. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil penelitian Hall (2011) yang menyatakan bahwa metode debat (diskusi) dapat meningkatkan kemampuan komunikasi, meningkatkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan mengembangkan rasa percaya diri. 2. Model PFBKPS mampu menciptakan lingkungan yang kondusif bagi siswa untuk melakukan interpretasi dan inferensi terkait dengan data hasil investigasi kelompok, sehingga terjadi peningkatan keterampilan menginterpretasi dan menginferensi siswa berdasarkan data serta mengembangkan rasa percaya diri (Khaeruddin, Nur., Wasis, 2016a).

Lanjutan Tabel 2.9

Dukungan Teoritik	Dukungan Empirik
<p>3. Arends (2012, p. 260) yang menyatakan bahwa <i>“Socialcultural and constructivist theories hold that knowledge, rather than being fixed, is flexible and constructed by learners as a result of interaction with the environmental they are also concerned with social and cultural aspects of learning.”</i></p> <p>Teori sosialkultural dan konstruktivis berpendapat bahwa pengetahuan tidak bersifat tetap, tetapi fleksibel dan dibangun oleh siswa sebagai hasil interaksi dengan lingkungan mereka, aspek-aspek sosial dan budaya belajar.</p>	

Tabel 2.10
 Aktivitas Guru, Siswa, dan Hasil Belajar dengan Menggunakan Model PFBKPS

Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	Hasil Belajar
Fase 1:		
Identifikasi Ide		
<p>1. Menyampaikan inti tujuan pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan berpikir kritis meliputi interpretasi, analisis, dan inferensi.</p> <p>2. Memperagakan alat terkait dengan materi dan memberikan overview kepada siswa</p>	<p>1. Mendengarkan penjelasan guru dengan seksama untuk memahami tujuan pembelajaran.</p> <p>2. Menunjukkan <i>ketekunan</i> mengamati peragaan yang dilakukan guru .</p>	<p>1. Ketekunan mengamati demonstrasi.</p> <p>2. Keterampilan berpikir kritis.</p>

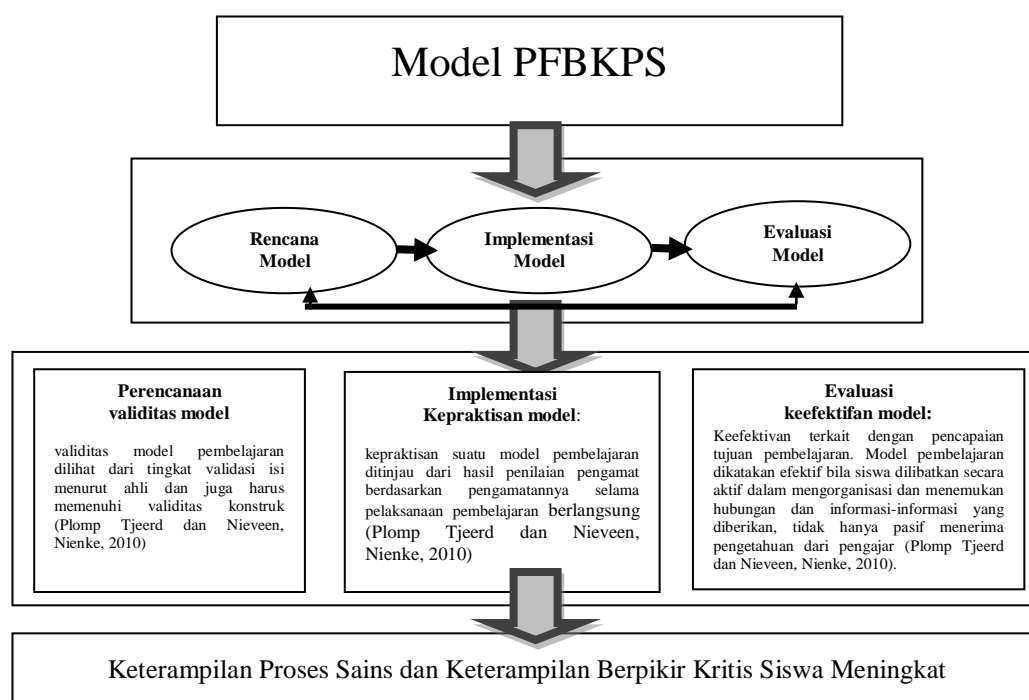
Lanjutan Tabel 2.10

Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	Hasil Belajar
Fase 2:		
Kolaborasi		
Mengorganisasi siswa ke dalam beberapa kelompok belajar dan membagikan LKS, dimana setiap kelompok terdiri atas 2-3 orang dan mendapatkan masing-masing satu LKS.	Siswa belajar dalam kelompok dengan mendapatkan mengerjakan LKS.	Tanggungjawab dalam belajar kelompok.
Fase 3:		
Investigasi autentik:		
Science Process Skills		
1. Memberikan petunjuk pelaksanaan percobaan pada LKS.	1. Mendengarkan penjelasan guru dengan seksama untuk pelaksanaan percobaan.	1. Tekun dalam melakukan percobaan.
2. Mengarahkan siswa melaksanakan percobaan.	2. Menunjukkan ketekunan dalam melakukan percobaan dan Siswa menunjukkan tanggungjawab dalam belajar dan bekerja baik secara individu maupun berkelompok dalam melakukan penyelidikan ilmiah.	2. Tanggungjawab dalam belajar dan bekerja baik secara individu maupun berkelompok dalam melakukan penyelidikan ilmiah.
3. Membimbing siswa merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol,	3. Merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol,	3. Teliti mengukur dalam melaksanakan percobaan. 4. Keterampilan proses sains. 5. Keterampilan berpikir kritis.

Lanjutan Tabel 2.10

Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa	Hasil Belajar
merumuskan definisi operasional variabel manipulasi dan variabel respon, membuat grafik menganalisis, menginterpretasi grafik, serta menginferensi grafik dan membuat kesimpulan.	merumuskan definisi operasional variabel manipulasi dan variabel respon, membuat grafik menganalisis, menginterpretasi grafik, serta menginferensi grafik dan membuat kesimpulan.	
Fase 4:		
Diskusi Kelas dan Presentasi		
1. Membimbing beberapa kelompok untuk mempresentasikan hasil percobaan dengan merujuk kunci LKS.	Siswa menjadi pendengar yang baik agar dapat menanggapi hal-hal yang belum dimengerti.	Keterampilan berpikir kritis.
2. Menunjuk siswa menyumbang ide untuk menyempurnakan jawaban kelompok lain.		

Mekanisme implementasi model hipotetik sebagai rangkaian pengembangan model PFBKPS ditunjukkan pada Bagan 2.2 berikut.



Bagan 2.2
Model Hipotetik Pengembangan Model PFBKPS
(Dimodifikasi dari Sugiyono, 2010)

Model PFBKPS dikembangkan dengan tujuan untuk membelajarkan siswa tentang kognitif keterampilan berpikir kritis, kognitif kinerja keterampilan proses sains, afektif, dan psikomotorik dapat dirinci sebagai berikut.

1. Menguasai materi fisika.
2. Menumbuhkan keterampilan berpikir kritis.
3. Melatih keterampilan proses sains.
4. Menumbuhkan sikap perilaku ilmiah, yaitu ketekunan, ketelitian dan tanggungjawab.
5. Melatih siswa menggunakan simulasi program PhET untuk merakit alat dan bahan percobaan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan pendidikan atau *Educational Design Research (EDR)*. *EDR* dipilih sebagai jenis penelitian oleh karena kualitas pendidikan Indonesia masih rendah. Salah satu indikator rendahnya pendidikan Indonesia adalah hasil PISA (*Programme for International Student Assessment*) di mana sejak Indonesia berpartisipasi pada PISA Tahun 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015, hasilnya belum menggembirakan dibandingkan dengan negara lain seperti Singapura, sedangkan karakteristik, fungsi dan motif penggunaan *EDR* sebagai model penelitian yang sangat relevan untuk mengembangkan kualitas pendidikan, khususnya pembelajaran karena mampu menjembatani perkembangan teori dengan praktik serta menghasilkan rancangan pembelajaran yang aplikatif dan praktis. Plomp & Nieveen (2010) menyatakan bahwa penelitian pengembangan pendidikan adalah suatu kegiatan yang sistematis dalam mendesain, mengembangkan, dan mengevaluasi suatu intervensi yang bertujuan meningkatkan pengetahuan tentang karakteristik intervensi dan proses mendesain dan mengembangkan intervensi. Intervensi yang dimaksud dapat berupa program pembelajaran, strategi belajar mengajar, materi pembelajaran maupun produk dan sistem pendidikan. Penelitian pengembangan bertujuan mengembangkan model pembelajaran PFBKPS yang valid, praktis, dan efektif (Akker, et al., 2007) untuk mengajarkan fisika dan untuk meningkatkan

keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan dengan mengembangkan perangkat pembelajaran yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan model PFBKPS meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP, Buku Siswa, Lembar Kerja Siswa, dan lembar penilaian keterampilan berpikir kritis, kinerja keterampilan proses sains, afektif dan psikomotorik.

B. Subjek, Tempat, dan Waktu Penelitian

Subjek penelitian pada uji coba keterlaksanaan model PFBKPS adalah siswa kelas X SMAN 9 Makassar (36 siswa) dan SMAN 10 Makassar (37 siswa). Kedua sekolah tersebut dijadikan sebagai tempat penelitian dengan pertimbangan adalah: 1) keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa masih rendah, 2) guru belum mengintegrasikan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika, 3) kesediaan sekolah digunakan untuk penelitian, 4) merupakan salah satu sekolah model untuk menerapkan Kurikulum 2013. Adapun ruang lingkup materi yang diajarkan dalam rangka meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa adalah materi gerak lurus dan Hukum Newton seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 (h.30).

C. Tahapan Penelitian

Secara umum pengembangan model pembelajaran fisika dan perangkat pendukungnya untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa dilakukan 2 (dua) tahapan, yaitu tahap pengembangan model pembelajaran dan tahap menumbuhkan keterampilan berpikir kritis. Tahap pengembangan model mengacu pola Sugiyono (2010) dan Akker, et al (2007) sebagai berikut.

Tahap pertama, studi pendahuluan dengan menerapkan pendekatan deskriptif kuantitatif.

Tahap kedua, pengembangan desain model yang dikembangkan dan perangkat pendukungnya mengacu pada desain model penelitian menurut Wademan dan McKenney. Menurut Wademan (Akker, et al., 2007), terdapat lima langkah pengembangan model pembelajaran: (a) *problem identification*; (b) *identification of tentative products and design principles*; (c) *tentative products and theories*; (d) *prototyping and assessment of preliminary products and theories*; (e) *problem resolution and advancing theory*. Akker, et al (2007), menyatakan bahwa kualitas pengembangan model pembelajaran dan perangkat pendukungnya mengacu pada empat kriteria intervensi: (i) validitas isi, adanya kebutuhan intervensi dan didesain berdasarkan pada *state-of-the-art* pengetahuan; (ii) validitas konstruk, intervensi didesain secara logis; (iii) kepraktisan, intervensi realistik dapat digunakan yang telah didesain dan dikembangkan; (iv) efektivitas, hasil intervensi adalah *outcome* yang diinginkan.

Berdasarkan kriteria di atas, **validitas isi dan konstruk** dilakukan melalui *Focused Group Discussion* (FGD) dan validasi pakar untuk menilai validitas isi dan konstruk model pembelajaran secara teoritik. Dalam FGD, fokus diskusinya adalah: (i) teori pendukung model yang dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, (iii) dukungan empiris, (iii) sintaks, (iv) sistem sosial, (v) prinsip reaksi, (vi) sistem pendukung, dan (vii) dampak instruksional dan dampak pengiring model. Kemudian dilakukan ujicoba terbatas pada satu SMA dengan menerapkan metode pra eksperimen. Ujicoba terbatas ini dilakukan untuk

memperoleh prototipe 1 dengan karakteristik: (i) validitas model lewat FGD dan *expert judgement*; (ii) **kepraktisan** mencakup kemampuan guru mengelola pembelajaran dan kendala yang dihadapi; (iii) **keefektifan** mencakup peningkatan keterampilan proses sains, peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa, aktivitas siswa dan respon siswa terhadap pelaksanaan model pembelajaran. Ujicoba terbatas dan luas dilakukan menggunakan kuasi eksperimen dengan desain *one-group pretest-posttest* sebagaimana disarankan oleh Bannan (2007). Desain *one-group pretest-posttest* dilakukan dengan cara satu kelompok siswa dikenai perlakuan dan variabel dependen diamati (diukur) untuk menilai pengaruh dari perlakuan (Fraenkel, et al., 2012, p.269). Perlakuan yang dimaksud adalah pembelajaran dengan menggunakan model PFBKPS dan variabel dependen yang diukur adalah hasil belajar keterampilan berpikir kritis, keterampilan proses sains, afektif, psikomotorik. Proses pembelajaran pada saat implementasi dilakukan oleh guru fisika SMAN 9 Makassar. Diagram desain *one-group pretest-posttest* ditunjukkan pada Gambar 3.1.

O ₁	X	O ₂
<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>

Gambar 3.1
Desain *one-group pretest-posttest*
(Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2012, p. 269)

Berdasarkan Gambar 3.1 di atas, setelah dilaksanakan uji coba terbatas, dilakukan revisi terhadap model pembelajaran dan perangkat pendukungnya. Model pembelajaran dan perangkat pendukungnya yang telah direvisi berdasarkan hasil pelaksanaan uji coba terbatas, digunakan pada tahap uji coba luas. Ujicoba luas ini

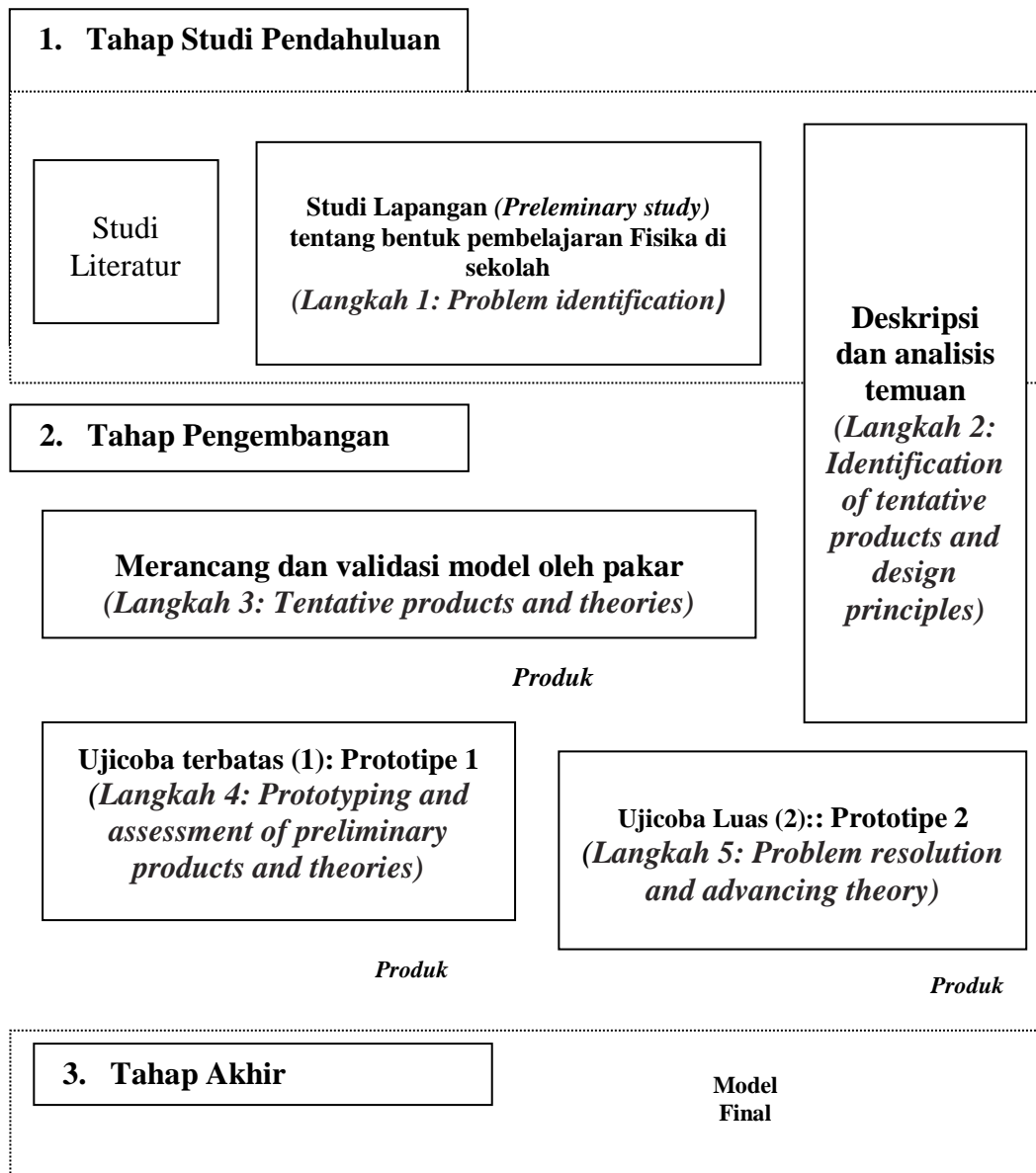
dilaksanakan untuk memperoleh model pembelajaran dan perangkat pendukungnya yang final.

Berdasarkan langkah-langkah di atas, khususnya yang terkait dengan *state-of-the-art*, maka kegiatan penelitian sebagai berikut.

1. Mengkaji beberapa jurnal, teori belajar yang berkaitan dengan keterampilan berpikir kritis.
2. Menyusun karakteristik model pembelajaran untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis serta indikator keterampilan berpikir kritis berdasarkan kajian beberapa konsep dan definisi tentang keterampilan berpikir kritis.
3. Mengadaptasi soal-soal dari buku: (i) *Physics: Principle and problems* karangan Zitzewitz, et al Tahun 2005; (ii) *Motion, forces, and energy* karangan McCarthy & Zorn Copyright Glencoe/McGrawHill Tahun 2005; (iii) Olimpiade fisika; (iv) *Tes Programme for International Student Assessment's (PISA)*; (vi) *Tes Trends in International Mathematics and Science Study (TIMMS)*. Soal-soal yang diadaptasi adalah soal-soal yang sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kritis, yaitu: **interpretasi, analisis, dan inferensi**. Soal-soal yang sudah diadaptasi kemudian diberikan kepada beberapa teman sejawat yang berlatar pendidikan sarjana, magister, dan doktor untuk memvalidasi keterbacaan (*readability*) soal keterampilan berpikir kritis. Menurut Adjat Sakri, Smith, dan Nutall, keterbacaan sebuah wacana merupakan derajat kemudahan sebuah tulisan untuk dipahami maksudnya (Toharudin, et al., 2011).
4. Memberikan tes keterampilan berpikir kritis sebagai pra penelitian (*preliminary study*) kepada beberapa siswa SMA di kota Makassar dan mahasiswa UNM Makassar. Di samping itu, juga dilakukan analisis dokumen guru fisika mengenai RPP, LKS, Buku Siswa, dan Soal semester.

5. Merumuskan model dan perangkat pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa berdasarkan elaborasi hasil kajian beberapa jurnal dan teori dan hasil *preliminary study*. Perangkat pembelajaran yang diujicobakan serta keterlaksanaan dan komentar guru terhadap perangkat pembelajaran berbasis berpikir kritis.
6. Memvalidasi model dan perangkat pembelajaran.
7. Mengujicoba secara terbatas model dan perangkat pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa.
8. Merevisi model dan perangkat pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa berdasarkan hasil pelaksanaan uji coba terbatas untuk menghasilkan prototipe-1.
9. Mengujicoba secara luas model dan perangkat pembelajaran prototipe-1 untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa.
10. Merevisi model dan perangkat pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa berdasarkan hasil pelaksanaan ujicoba luas untuk menghasilkan prototipe-2 (model final).

Dari sepuluh langkah penelitian di atas, maka dapat dibuatkan beberapa tahapan seperti Bagan 3.1 berikut.



Keterangan:

- = Draft Model PFBKPS dan Perangkat Pembelajaran
- = Prototipe 1 Model PFBKPS dan Perangkat Pembelajaran (ujicoba terbatas)
- = Prototipe 2 Model PFBKPS dan Perangkat Pembelajaran (ujicoba luas)
- = Model PFBKPS dan Perangkat Pembelajaran Final

Bagan 3.1
Tahapan Penelitian
(Dimodifikasi dari Sugiyono, 2010; Fraenkel, et al., 2007)

Berdasarkan Bagan 3.1 di atas, tahap penelitian yang telah dilaksanakan oleh peneliti sebagai berikut.

a. Langkah 1. *Problem identification*

Peneliti telah melakukan *preliminary studi* untuk mengecek profil pembelajaran fisika di sekolah. Hasilnya adalah perangkat yang digunakan sebagai acuan guru dalam proses pembelajaran belum merangsang berkembangnya keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa (Khaeruddin, 2013b). Peneliti telah membuat analisis temuan melalui laporan *preliminary study*, yaitu rendahnya keterampilan proses sains ternyata seiring dengan rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini dibuktikan dengan hasil *preliminary study* pada enam SMA di kota Makassar (yaitu SMAN 2 Makassar, SMAN 9 Makassar, SMAN 10 Makassar, SMAN 14 Makassar, SMAN 15 Makassar, SMAN 17 Makassar) dengan jumlah siswa sebanyak 200 orang diperoleh rata-rata keterampilan berpikir kritis meliputi interpretasi sebesar 1,53, analisis sebesar 1,15, dan inferensi sebesar 1,52. Nilai tersebut menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis masih rendah, dibandingkan dengan nilai maksimum yang mungkin dicapai oleh siswa, yaitu sebesar nilai 10,00. Hasil ini, juga terjadi pada mahasiswa, yaitu keterampilan berpikir kritis mahasiswa masih rendah. Hal ini ditunjukkan dari 108 mahasiswa yang mengikuti tes diperoleh rata-

rata keterampilan berpikir kritis meliputi interpretasi sebesar 1,46, analisis sebesar 1,46, dan inferensi sebesar 1,79 (Khaeruddin, 2013a).

b. Langkah 2. *Identification of tentative products and design principles*

Berdasarkan review beberapa literatur dan hasil *preliminary study*, maka peneliti mendesain model pembelajaran untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan proses pembelajaran dalam kelas bercirikan *driving question or problem, authentic Investigation: Science Processes Skills, collaboration, dan discussion*. Jika siswa diberi kesempatan terlibat aktif belajar kolaboratif dalam melakukan *authentic investigation*, maka siswa akan berusaha mengetahui dan memahami materi yang akan menjadi topik penyelidikan. Hal ini disebabkan karena dalam belajar kolaboratif siswa diberi kesempatan untuk menyumbangkan pikiran masing-masing dalam memecahkan masalah bersama. Selain daripada itu, akan menumbuhkan rasa tanggung jawab dan harga diri siswa, sehingga dalam berdiskusi, mereka berusaha mengajukan pertanyaan yang berbobot, masuk akal, tidak hanya omong kosong belaka, mempunyai suatu argumen yang kuat tentang masalah yang ditanyakan. Begitupun dalam menjawab pertanyaan, mereka berpikir keras menanggapi pertanyaan dengan logis, efisien, kreatif dengan tata bahasa yang baik dan dapat dipahami. Hal ini akan menimbulkan suatu pertanyaan dan jawaban yang konkret dan tidak diragukan dari segi empiris dan rasionalnya. Dengan demikian, akan menumbuhkan keterampilan siswa dalam

menginterpretasi, menganalisis dan menginferensi data hasil penyelidikan. Bahkan peneliti telah mempublikasikan melalui Prosiding Seminar Nasional FKIP Universitas Jember, ISBN: 978-602-17886-0-8, 31 Maret 2013.

c. Langkah 3. *Tentative products and theories*

Peneliti telah mengembangkan model pembelajaran dalam bentuk buku model yang digunakan pada ujicoba terbatas dengan uraian materi sebagai berikut: Bab I adalah Pendahuluan yang menguraikan tentang rasional dan tujuan pengembangan model PFBKPS. Bab II adalah teori pendukung yang menguraikan landasan teori dan dukungan empirik yang digunakan untuk mendukung pengembangan model PFBKPS. Bab III adalah model pembelajaran PFBKPS yang menguraikan tentang pengembangan karakteristik dan komponen model pembelajaran PFBKPS. Bab IV adalah perencanaan dan pelaksanaan model pembelajaran yang menguraikan petunjuk bagi guru mengimplementasikan model PFBKPS. Bab V adalah asesmen yang digunakan dalam mengukur pencapaian kompetensi. Sedangkan buku model yang digunakan pada ujicoba luas dengan uraian materi sebagai berikut: Bab I adalah Pendahuluan yang menguraikan tentang rasional dan tujuan pengembangan model PFBKPS. Bab II adalah teori pendukung yang menguraikan landasan teori dan dukungan empirik yang digunakan untuk mendukung pengembangan model PFBKPS. Bab III adalah model pembelajaran PFBKPS yang

menguraikan tentang pengembangan karakteristik dan komponen model pembelajaran PFBKPS. Bab IV adalah perencanaan dan pelaksanaan model pembelajaran yang menguraikan petunjuk bagi guru menimplementasikan model PFBKPS. Bab V adalah asesmen yang digunakan dalam mengukur pencapaian kompetensi.

Sedangkan perangkat pendukung model telah diujicoba adalah Silabus, RPP, LKS, Buku Siswa, dan Lembar Penilaian (LP) meliputi LP keterampilan berpikir kritis, LP kinerja keterampilan proses sains, LP afektif, dan LP psikomotorik.

Berdasarkan Bagan 3.1, maka Model PFBKPS yang dikembangkan harus memenuhi spesifikasi validasi, kepraktisan dan keefektifan yang secara rinci disajikan Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1
Spesifikasi Model *PFBKPS* yang Dikembangkan

Spesifikasi	Indikator	Kriteria Penilaian
Validitas isi	Kebutuhan akan pengembangan model	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memenuhi kebutuhan <i>learning and inovation skills, career and life skill for 21st century</i>. 2. Mendukung Peraturan Pemerintah RI Nomor 8 Tahun 2012 tentang KKNI untuk menghasilkan lulusan pendidikan tinggi yang kreatif dan bertanggung jawab. 3. Mendukung Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 44 Tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi bahwa proses pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik dan pemberian ruang bagi pengembangan kreativitas, prakarsa, dan kemandirian dalam menemukan ilmu pengetahuan. 4. Menjembatani kebutuhan akan kompetensi lulusan abad 21 dengan masalah rendahnya keterampilan berpikir kritis.

Lanjutan Tabel 3.1

Spesifikasi	Indikator	Kriteria Penilaian
Validitas konstruk	Desain model memenuhi <i>state of the art scientific knowledge</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan tujuan model menggunakan sumber utama dari jurnal internasional dan mutakhir. 2. Menggunakan landasan teori konstruktivis dan teori kognitif sosial dari buku psikologi pendidikan yang standar dan mutakhir, yaitu buku psikologi pendidikan karangan Slavin (2006) dan Woolfolk, Hughes, & Walkup (2008). 3. Landasan empirik banyak jurnal-jurnal internasional dan mutakhir, di antaranya hasil penelitian Adam (1999), Akinyemi & Folashade (2010), Aktamis & Yenice (2010), Bai (2009), Bailin, Case, Coombs, Daniels (1999), Choy (2012), Clifton (2012), Curto & Bayer (2005), Garrison (1991), Gokhale (1995), Hall (2011), Lunenburg (2011), Mainali, (2011). 4. Lebih banyak referensi jurnal hasil penelitian mutakhir daripada buku referensi. 5. Perencanaan pembelajaran memperhatikan KKNi dan pengorganisasian belajar melibatkan penggunaan peralatan laboratorium dan media <i>ICT</i> (misalnya <i>PhET</i>). 6. Pengembangan pelaksanaan pembelajaran memperhatikan rekomendasi <i>Global Citizenship Education (GCE)</i>, Peraturan Pemerintah RI Nomor 8 Tahun 2012 tentang KKNi yang memberikan peluang untuk peningkatan keterampilan abad 21. 7. Mendorong penelitian lebih lanjut.
	Iktisar Model	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kesesuaian tujuan dengan kebutuhan akan kompetensi abad 21. 2. Kesesuaian tujuan dengan rekomendasi para peneliti keterampilan berpikir kritis. 3. Kesesuaian tujuan dengan program pemerintah (KKNi, SNP). 4. Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar.
	Dukungan teoritik dan empirik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fase 1 dikembangkan secara logis berdasarkan landasan teoritis dan empiris serta konsisten untuk meningkatkan tujuan model PFBKPS. 2. Fase 2 dikembangkan secara logis sesuai landasan teoritis dan empiris serta konsisten untuk meningkatkan tujuan model PFBKPS. 3. Fase 3 dikembangkan secara logis sesuai landasan teoritis dan empiris serta konsisten untuk meningkatkan tujuan model PFBKPS. 4. Fase 4 dikembangkan secara logis sesuai landasan teoritis dan empiris serta konsisten untuk meningkatkan tujuan model PFBKPS.

Lanjutan Tabel 3.1

Spesifikasi	Indikator	Kriteria Penilaian
	Perencanaan pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsistensi penetapan kompetensi dasar, indikator, dan kompetensi KKNI. 2. Konsistensi rancangan pertanyaan keterampilan berpikir kritis. 3. Konsistensi pengorganisasian sumber daya dan logistik dengan kebutuhan pembelajaran dengan model PFBKPS.
	Pelaksanaan pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsistensi fase-fase sintaks untuk mencapai tujuan model PFBKPS. 2. Konsistensi prinsip reaksi untuk mencapai tujuan model PFBKPS. 3. Konsistensi sistem pendukung untuk mencapai tujuan model PFBKPS. 4. Konsistensi dampak instruksional dan pengiring untuk mencapai tujuan model PFBKPS.
	Mengelola lingkungan belajar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan lingkungan belajar secara logis sesuai landasan teori dan empirik dari jurnal-jurnal mutakhir. 2. Lingkungan belajar sangat mendukung pencapaian tujuan model PFBKPS.
	Asesmen dan evaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan asesmen dan evaluasi secara logis sesuai dengan sumber referensi utama yang digunakan. 2. Asesmen dan evaluasi sesuai dengan tujuan model PFBKPS dan ada dalam sintaks model.

Tabel 3.2

Spesifikasi Perangkat Model PFBKPS yang Dikembangkan

Spesifikasi	Indikator	Kriteria Penilaian
Bagian awal perangkat	Kaver	1. Ada tulisan “Perangkat pembelajaran”
		2. Materi pembelajaran dan subyek pengguna.
		3. Pertemuan ke berapa?
		4. Gambar yang merepresentasikan materi dan gambar berada di samping atau di bawah materi.
		5. Tujuan pengembangan perangkat.
		6. Nama peneliti dan pembimbing.
		7. Identitas sekolah.
	Kata pengantar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak lebih dari 1 halaman. 2. Spasi 1,5. 3. Jenis huruf calibri.
	Daftar isi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daftar isi memuat bagian awal dan batang tubuh perangkat pembelajaran. 2. Bagian awal (kaver, kata pengantar, daftar isi, sintaks) menggunakan nomor halaman “romawi kecil.” 3. Batang tubuh perangkat pembelajaran (Silabus, SRPP, Buku Siswa, LKS, dan LP) menggunakan nomor halaman “angka.”

Lanjutan Tabel 3.2

Spesifikasi	Indikator	Kriteria Penilaian
Silabus	Sintaks model	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ada tulisan “Sintaks Model PFBKPS.” 2. Aktivitas guru. 3. Aktivitas siswa. 4. Indikator capaian pembelajaran.
	Identitas silabus	Dibuat perpertemuan, judul, sekolah, mata pelajaran, kelas, semester, pertemuan ke....
	Format tabel silabus	Berisikan kompetensi inti, kompetensi dasar, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indikator: kognitif (produk, proses, dan kreativitas ilmiah), psikomotorik, dan afektif), penilaian (teknik, bentuk instrumen, dan instrumen) alokasi waktu, sumber belajar, dan daftar pustaka
Skenario RPP	Identitas RPP	Judul, sekolah, kelas, semester, mata pelajaran, materi pokok, sub materi, alokasi waktu, pertemuan ke ...
	Sistematika isi SRPP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kompetensi inti 2. Kompetensi dasar dan indikator. <ol style="list-style-type: none"> a. KD dan indikator mewakili masing-masing KI dan bersesuaian. b. Penomoran KI, KD, dan indikator tersusun berurutan. c. KD dan Indikator ditulis dalam tabel (diklasifikasikan sesuai pertemuan dengan ketentuan kolom 1 (KI), kolom 2 (KD), dan kolom 3 (Indikator). 3. Tujuan pembelajaran. <ol style="list-style-type: none"> a. Tujuan pembelajaran tidak dicantumkan di RPP, tetapi di Tabel Spesifikasi b. Tujuan pembelajaran disusun berdasarkan indikator (satu indikator disusun untuk satu tujuan pembelajaran. c. Rumusan tujuan pembelajaran (menggunakan format ABCD, Di mana <i>A = Audience</i>, <i>B = Behavior</i>, <i>C = Condition</i>, dan <i>D = Degree</i>) d. Penomoran tujuan pembelajaran sama dengan penomoran pada indikator 4. Materi pembelajaran (cukup ditulis pokok-pokok/topik-topik materi) 5. Pendekatan/model/metode sesuai indikator/tujuan pembelajaran. 6. Langkah-langkah kegiatan pembelajaran. <ol style="list-style-type: none"> a. Motivasi tidak boleh hanya verbal (disertai demonstrasi) b. Buku siswa, LKS, LP, dan media pembelajaran diskenariokan. c. Keterampilan berpikir kritis siswa diskenariokan. d. Keterampilan proses sains diskenariokan. e. Fase-fase Model PFBKPS dituliskan. 7. Sumber pembelajaran (mendaftar dan melampirkan seluruh sumber pembelajaran yang dipakai di RPP) 8. Penilaian: <ol style="list-style-type: none"> a. Penilaian disusun berdasarkan tujuan pembelajaran. b. Apabila penilaian disusun dalam lembar penilaian tersendiri, maka harus dilampirkan. 9. Daftar pustaka (minimal mencantumkan daftar pustaka dari kurikulum institusi yang dijadikan tempat penelitian).

Lanjutan Tabel 3.2

Spesifikasi	Indikator	Kriteria Penilaian
Buku siswa	Desain buku	1. Berisikan kaver.
		2. Kata pengantar.
		3. Daftar isi.
		4. Tujuan pembelajaran.
		5. Urutan isi materi pelajaran.
		6. Desain gambar, tabel, dan pewarnaan.
		7. Contoh soal.
		8. Rangkuman.
		9. Glosarium
		10. Daftar pustaka.
	Format buku	1. Setiap bagian teridentifikasi secara jelas.
		2. Materi setiap kegiatan relevan dengan tujuan.
		3. Sistem penomoran jelas dan menarik.
		4. Teks dan ilustrasi berimbang.
		5. Penulisan (jenis huruf calibri, font 11, dan spasi 1,15) dapat dibaca dengan jelas.
		6. Kepantasan ukuran fisik untuk mahasiswa.
		7. Tingkat kemenarikan buku siswa secara visual.
	Materi	1. Materi menggunakan referensi buku standar.
		2. Kebenaran konten (fakta, prinsip, konsep, hukum, teori, dan proses ilmiah).
		3. Kemutakhiran konten.
		4. Mempertahankan keterkaitan konten buku dengan implementasi dalam pendidikan.
		5. Sistematis sesuai struktur keilmuan.
		6. Relevan dengan kurikulum sekolah.
	Kebahasaan	1. Keterbacaan sesuai dengan siswa dan guru.
		2. Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar.
		3. Istilah yang digunakan tepat dan mudah dipahami.
		4. Menggunakan istilah yang ajeg.
		5. Menggunakan bahasa komunikatif dan efektif.
	Penyajian	1. Melatihkan keterampilan proses dan berfikir kritisMenumbuhkembangkan dan memantapkan rasa tanggung jawab pribadi maupun sosial dalam proses pembelajaran.
		2. Sesuai taraf berfikir dan kemampuan membaca mahasiswa dan dosen fisika.
		3. Mendorong mahasiswa terlibat secara aktif.
		4. Menarik dan menyenangkan.
	Menunjang inovasi dan mutu KBM	1. Kesesuaian dengan kurikulum sekolah.
		2. Menekankan pada penerapan pendidikan dunia nyata.
		3. Menunjang proses pembelajaran aktif.
		4. Memudahkan pengembangan kreativitas ilmiah dan pemecahan masalah.
		5. Memudahkan pengembangan rasa tanggung jawab pribadi maupun sosial.
		6. Memanfaatkan penggunaan media ICT dalam proses pembelajaran.
		7. Menunjang KBM diwarnai belajar mengetahui, belajar melakukan, belajar menjadi diri sendiri, dan belajar hidup dalam kebersamaan.

Lanjutan Tabel 3.2

Spesifikasi	Indikator	Kriteria Penilaian
LKS	Sistematika	1. Identitas siswa.
		2. Judul LKS.
		3. Indikator pembelajaran.
		4. Kebutuhan belajar (alat dan bahan/Media).
		5. Menemukan masalah.
		6. Mendesain eksperimen (merumuskan hipotesis, identifikasi variabel, membuat definisi operasional variabel, merancang tabel data pengamatan, dan merancang prosedur eksperimen).
		7. Pemecahan masalah sains (melaksanakan eksperimen, analisis data dan menarik kesimpulan).
		8. Daftar pustaka.
	Format	1. Setiap bagian teridentifikasi secara jelas.
		2. Materi setiap kegiatan relevan dengan tujuan.
	Materi	3. Penulisan (jenis huruf calibri, font 11, dan spasi 1.15) dapat dibaca dengan jelas.
		4. Kepantasan ukuran fisik untuk siswa.
		5. Tingkat kemenarikan LKS secara visual.
		1. Kebenaran konten (fakta, prinsip, konsep, hukum, teori, dan proses ilmiah).
		2. Kesesuaian indikator di LKS dengan di silabus, RPP, dan Tabel Spesifikasi.
		3. Kemutakhiran konten.
		4. Mempertahankan keterkaitan konten LKM dengan implementasinya dalam pendidikan.
		5. Sistematis sesuai struktur keilmuan.
		6. Relevan dengan kurikulum sekolah.
	Kebahasaan	1. Keterbacaan sesuai dengan siswa dan guru.
		2. Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar.
		3. Istilah yang digunakan tepat dan mudah dipahami.
		4. Menggunakan istilah yang ajeg.
		5. Menggunakan bahasa komunikatif dan efektif.
		1. Melatihkan keterampilan proses dan berfikir kritis.
	Penyajian	2. Menumbuhkembangkan dan memantapkan rasa tanggung jawab.
		3. Sesuai taraf berfikir dan kemampuan membaca siswa dan guru fisika.
		4. Mendorong mahasiswa terlibat secara aktif.
		5. Menarik dan menyenangkan.
	Menunjang inovasi dan mutu KBM	1. Kesesuaian dengan kurikulum sekolah.
		2. Menekankan pada penerapan pendidikan dunia nyata.
		3. Menunjang proses pembelajaran aktif.
		4. Memudahkan pengembangan keterampilan berpikir kritis
		5. Memudahkan pengembangan rasa tanggung jawab pribadi maupun ketekunan.
		6. Memanfaatkan media ICT dalam proses pembelajaran.
		7. Menunjang KBM diwarnai belajar mengetahui, belajar melakukan, belajar menjadi diri sendiri, dan belajar hidup dalam kebersamaan.

Lanjutan Tabel 3.2

Spesifikasi	Indikator	Kriteria Penilaian
LP Keterampilan proses sains	Penilaian validitas isi, bahasa dan penulisan soal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dikembangkan untuk mengukur kemampuan siswa dalam merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, membuat definisi operasional variabel, merancang tabel data, merancang prosedur eksperimen, menganalisis data, dan menarik kesimpulan. 2. Dilengkapi rubrik penilaian yang ada sumber referensinya. 3. Setiap LP dilengkapi sumber pustaka yang jelas.
LP Keterampilan Berpikir Kritis	Penilaian validitas isi, bahasa dan penulisan soal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dikembangkan untuk mengukur <i>keterampilan berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis dan inferensi</i>. 2. Butir LP yang dikembangkan: <ol style="list-style-type: none"> a. Butir soal 1: Interpretasi. b. Butir soal 2: Inferensi. c. Butir soal 3: Analisis. d. Butir soal 4: Inferensi. e. Butir soal 5: Interpretasi. f. Butir soal 6: Analisis. 3. Dilengkapi rubrik penilaian keterampilan berpikir kritis yang ada sumber referensinya.

D. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian disesuaikan dengan tahapan penelitian dan data yang diperoleh untuk menjawab permasalahan penelitian. Instrumen yang digunakan pada tahap pengembangan model adalah lembar validasi, yaitu lembar validasi model PFBKPS dan lembar validasi perangkat pembelajaran. Instrumen yang digunakan pada tahap implementasi model PFBKPS adalah lembar pengamatan keterlaksanaan pembelajaran, lembar pengamatan aktivitas siswa, lembar penilaian hasil belajar kognitif keterampilan berpikir kritis, kinerja keterampilan proses sains, afektif, dan psikomotorik, dan angket respon siswa.

1. Lembar Validasi Model PFBKPS

Lembar validasi model PFBKPS berupa lembar penskoran yang digunakan oleh pakar untuk menskor kualitas komponen model, komponen model yang

diskor meliputi (i) teori belajar pendukung; (ii) sintaks model; (iii) sistem sosial; (iv) prinsip reaksi; (v) sistem pendukung dampak instruksional dan dampak pengiring. Setiap komponen terdapat beberapa aspek yang dinilai. Rentang skala skor yang digunakan pada lembar validasi model FBBK adalah 1 hingga 4, yaitu skor 1 untuk kriteria jelek, skor 2 untuk kriteria cukup baik, skor 3 untuk kriteria baik, dan skor 4 untuk kriteria amat baik.

2. Lembar Validasi Perangkat Pembelajaran

Lembar validasi perangkat pembelajaran berupa lembar penskoran yang digunakan oleh pakar untuk menskor kualitas komponen perangkat pembelajaran, yaitu RPP, LKS, Buku Siswa, dan Lembar Penilaian. Untuk setiap komponen terdapat beberapa aspek yang dinilai. Rentang skala skor yang digunakan pada lembar validasi perangkat pembelajaran adalah 1 hingga 4, yaitu skor 1 untuk kriteria jelek, skor 2 untuk kriteria cukup baik, skor 3 untuk kriteria baik, dan skor 4 untuk kriteria amat baik.

3. Lembar Pengamatan Keterlaksanaan Pembelajaran

Lembar pengamatan keterlaksanaan pembelajaran berupa lembar penilaian yang digunakan oleh observer untuk menilai terlaksananya tidaknya setiap langkah pembelajaran. Selain itu juga digunakan untuk menskor kualitas keterlaksanaan setiap langkah pembelajaran. Aspek yang dinilai disesuaikan dengan langkah-langkah pembelajaran yang telah direncanakan dalam RPP. Rentang skala skor yang digunakan pada lembar validasi perangkat pembelajaran adalah 1 hingga 4, yaitu skor 1 untuk kriteria jelek, skor 2 untuk kriteria cukup baik, skor 3 untuk kriteria baik, dan skor 4 untuk kriteria amat baik. Lembar

pengamatan keterlaksanaan pembelajaran untuk dua bahan kajian, yaitu bahan kajian gerak lurus dan hukum Newton masing-masing 3 kali pertemuan.

4. Lembar Pengamatan Aktivitas Siswa

Lembar pengamatan aktivitas siswa berupa lembar penilaian yang digunakan oleh observer untuk mengamati dan memberi kode terhadap aktivitas yang dilakukan siswa selama proses pembelajaran berlangsung dalam rentang menit tertentu. Terdapat 14 aktivitas siswa diberi kode centang jika siswa melakukan aktivitas yang bersesuaian dengan waktu yang telah ditentukan.

5. Lembar Penilaian Hasil Belajar

Lembar penilaian hasil belajar yang digunakan meliputi lembar penilaian kognitif keterampilan berpikir kritis, lembar penilaian kognitif kinerja keterampilan proses sains, lembar penilaian afektif, dan lembar penilaian psikomotorik. Lembar penilaian hasil belajar tersebut masing-masing digunakan untuk mendapatkan data nilai kognitif keterampilan berpikir kritis, nilai kognitif kinerja keterampilan proses sains, nilai afektif, dan nilai psikomotorik.

Lembar penilaian kognitif keterampilan berpikir kritis berupa tes *essay* pada dua bahan kajian, yaitu bahan kajian gerak lurus dan hukum Newton. Butir soal dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis, dan inferensi. Lembar penilaian kognitif kinerja keterampilan proses sains berupa LKS. Aspek keterampilan proses sains yang dinilai meliputi merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, merumuskan definisi operasional variabel, membuat tabel, membuat grafik, menginterpretasi grafik, menganalisis, menginferensi, dan membuat kesimpulan. Sedangkan lembar penilaian psikomotorik yang dinilai adalah menggunakan peralatan laboratorium

untuk bahan kajian gerak lurus dan menggunakan PhET untuk bahan kajian hukum Newton. Lembar penilaian afektif berupa lembar pengamatan untuk menilai afektif dengan aspek yang diukur adalah ketekunan dan tanggungjawab.

6. Angket Respon Siswa

Angket respon digunakan untuk memperoleh data respon siswa terhadap perangkat dan proses pembelajaran dengan menerapkan model PFBKPS. Angket respon siswa diisi setelah proses pembelajaran dengan menerapkan model PFBKPS selesai dilaksanakan.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian disesuaikan dengan tahapan penelitian, yaitu tahap pengembangan model dan tahap implementasi model PFBKPS. Teknik pengumpulan data penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut

1. Tahap Pengembangan Model

Data yang diperoleh pada tahap pengembangan model adalah data validitas model PFBKPS dan data validitas perangkat pembelajaran. Pengumpulan data validitas model PFBKPS dilakukan melalui kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) untuk memvalidasi kelayakan model oleh dua orang pakar menggunakan lembar validasi model PFBKPS. FGD dilaksanakan dengan pedoman *Focus Group Discussion*.

2. Tahap Implementasi Model PFBKPS

Data yang diperoleh pada tahap implementasi model:

- (i) **kepraktisan** mencakup keterlaksanaan model pembelajaran dan kendala yang

dihadapi; (ii) **keefektifan** mencakup keterampilan proses sains, peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa, afektif, psikomotrik, aktivitas siswa dan respon siswa terhadap pelaksanaan model pembelajaran. Data keterlaksanaan model pembelajaran, aktivitas siswa, dan kendala yang dihadapi selama proses pembelajaran diperoleh melalui kegiatan observasi oleh pengamat menggunakan lembar pengamatan. Data hasil belajar afektif dan psikomotrik diperoleh melalui kegiatan pengamatan oleh observer dengan menggunakan lembar pengamatan, sedangkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa diperoleh melalui kegiatan tes. Data respon siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran diperoleh melalui kegiatan pengisian angket dan wawancara.

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan disesuaikan dengan data yang diperoleh selama tahapan penilaian, yaitu data yang diperoleh dalam tahap pengembangan model dan data yang diperoleh dalam tahap implementasi model. Teknik analisis data untuk setiap tahap penelitian diuraikan pada sub berikut ini:

1. Tahap Pengembangan Model

Data yang dianalisis pada tahap pengembangan model meliputi data validitas model FBBK dan data validitas perangkat pembelajaran pendukung implementasi model.

a. Analisis Data Validitas Model PFBKPS

Data validitas model PFBKPS yang diperoleh melalui kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) dianalisis dengan rata-rata skor tiap aspek yang diperoleh dari dua orang validator. Kevalidan tiap aspek model pembelajaran

PFBKPS ditentukan berdasarkan rata-rata skor total tiap aspek yang selanjutnya digunakan untuk menentukan kualitas kevalidan model PFBKPS. Validitas tiap aspek model PFBKPS ditentukan dengan mengacu pada kriteria yang terdapat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3
Kriteria Penilaian Validasi Model PFBKPS dan Perangkatnya

Interval skor hasil penilaian	Kategori Penilaian	Keterangan
$3,25 < \text{skor} \leq 4,00$	Sangat valid	Dapat digunakan tanpa revisi
$2,50 < \text{skor} \leq 3,25$	Valid	Dapat digunakan dengan revisi sedikit
$1,75 < \text{skor} \leq 2,50$	Kurang valid	Dapat digunakan dengan banyak revisi
$1,00 < \text{skor} \leq 1,75$	Tidak valid	Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi

(Dimodifikasi dari Ratumanan & Laurens, 2011, h. 159)

Reliabilitas hasil validasi model PFBKPS didasarkan pada *Interobserver agreement* dengan menggunakan analisis statistik *Percentage of Agreement (R)*.

$$R = \left(1 - \frac{A - B}{A + B} \right) \times 100\% \quad (\text{Borich, 1994})$$

Dengan:

R = Reliabilitas (suatu instrumen dianggap reliabel apabila $R \geq 0,75$).

A = Frekuensi aspek keterampilan yang teramati oleh pengamat yang memberikan frekuensi tinggi.

B = Frekuensi aspek keterampilan yang teramati oleh pengamat yang memberikan frekuensi rendah.

b. Analisis Data Validitas Perangkat Pendukung Model PFBKPS

Data validitas perangkat pembelajaran meliputi RPP, LKS, Buku Siswa, dan Lembar Penilaian. Data-data tersebut dianalisis menggunakan teknik deskriptif kualitatif. Data-data tersebut dianalisis dengan rata-rata skor validasi yang diperoleh dari dua orang validator. Kevalidan perangkat pembelajaran ditentukan berdasarkan rata-rata skor total dengan mengacu pada kriteria yang

terdapat pada Tabel 3.3. Reliabilitas hasil validasi perangkat pembelajaran didasarkan pada *Interobserver agreement* dengan menggunakan analisis statistik *Percentage of Agreement (R)*.

2. Tahap Implementasi Model PFBKPS

a. Analisis Data Keterlaksanaan Pembelajaran

Data keterlaksanaan pembelajaran diperoleh dari dua pengamat dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Skor yang diberikan oleh dua pengamat pada saat mengamati pelaksanaan pembelajaran adalah rentang 1 hingga 4, yaitu skor 1 untuk kriteria jelek, skor 2 untuk kriteria cukup baik, skor 3 untuk kriteria baik, dan skor 4 untuk kriteria amat baik. Kriteria hasil penilaian pelaksanaan pembelajaran ditentukan dengan cara membandingkan rata-rata skala penilaian yang diberikan oleh dua pengamat dengan kriteria sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 3.4
Kriteria Hasil Penilaian Pelaksanaan Pembelajaran

Interval skor hasil penilaian	Kategori Penilaian
$3,25 < \text{skor} \leq 4,00$	Sangat baik
$2,50 < \text{skor} \leq 3,25$	Baik
$1,75 < \text{skor} \leq 2,50$	Kurang baik
$1,00 < \text{skor} \leq 1,75$	Tidak Baik

(Dimodifikasi dari Ratumanan & Laurens, 2011, h. 159)

Reliabilitas hasil pengamatan keterlaksanaan pembelajaran didasarkan pada *Interobserver agreement* dengan menggunakan analisis statistik *Percentage of Agreement (R)*.

b. Analisis Data Aktivitas Siswa

Data hasil pengamatan aktivitas siswa dianalisis menggunakan teknik deskriptif kuantitatif dan kualitatif untuk memberikan deskripsi aktivitas siswa selama kegiatan pembelajaran dengan menerapkan model FBBK. Data hasil pengamatan aktivitas siswa selama kegiatan pembelajaran dianalisis menggunakan persentase dalam bentuk persamaan:

$$P = (\Sigma R / \Sigma N) \times 100\%$$

(Ratumanan & Laurens, 2011, h. 158)

Keterangan:

P: Persentase aktivitas siswa

ΣR : Jumlah frekuensi kategori pengamatan

ΣN : Jumlah frekuensi seluruh kategori pengamatan

Reliabilitas hasil pengamatan aktivitas siswa didasarkan pada *Interobserver agreement* dengan menggunakan analisis statistik *Percentage of Agreement (R)*.

c. Analisis Data Kendala Pelaksanaan Pembelajaran

Data tentang kendala selama pelaksanaan pembelajaran diperoleh pengamat dan peneliti dengan cara memberikan catatan tentang hambatan atau kendala yang terjadi pada saat pelaksanaan pembelajaran fisika dengan menerapkan model PFBKPS. Data tersebut selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif.

d. Analisis Data Peningkatan Hasil Belajar Kognitif

Hasil belajar kognitif keterampilan berpikir kritis dan kognitif kinerja keterampilan proses sains didasarkan pada skor tes hasil yang diperoleh dan dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Nilai Kognitif} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100$$

Siswa dikatakan mencapai ketuntasan belajar jika memperoleh nilai lebih besar dari 75, yaitu sesuai dengan kriteria yang ditetapkan SMAN 9 Makassar. Peningkatan hasil belajar kognitif dari *pretest* ke *posttest* dihitung dengan persamaan *normalized gain (n-gain) score* yang telah digunakan oleh Hake (1998):

$$\langle g \rangle = (S_{\text{posttest}} - S_{\text{pretest}}) / (S_{\text{max}} - S_{\text{pretest}})$$

Kriteria: Indeks gain tinggi jika $g > 0.7$;

Indeks gain sedang jika $0.7 > g > 0.3$; Indeks gain rendah $g < 0.3$.

Selain itu, peningkatan hasil belajar kognitif dari *pretest* ke *posttest* dihitung dengan menggunakan uji-t satu pihak melalui program *SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)* dengan kriteria yang telah digunakan oleh Hartono (2008):

- jika nilai p value ($\text{sig.}/2$) $> \alpha$ ($=0,05$): tidak ada perbedaan hasil tes sebelum dan sesudah perlakuan (H_0).
- jika nilai p value ($\text{sig.}/2$) $< \alpha$ ($=0,05$): sesudah perlakuan hasil tesnya lebih tinggi daripada sebelum perlakuan (H_1).

Penggunaan uji-t oleh karena data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal dan homogen, sedangkan penggunaan uji-t satu pihak (*one-tailed*) oleh karena model PFBKPS telah didesain secara logis dan konsisten, yaitu mulai tujuan model itu sendiri, RPP, LKS, dan instrumen dalam rangka meningkatkan keterampilan berpikir kritis sehingga diyakini hasil *posttest* lebih tinggi daripada hasil *pretest*. Hubungan antara KPS dengan KBK dihitung dengan menggunakan analisis regresi linier melalui program *SPSS*.

e. Analisis Data Hasil Belajar Afektif

Data hasil belajar afektif diperoleh dari hasil pengamatan selama pembelajaran berlangsung dan dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Nilai Kognitif} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100$$

Afektif siswa yang diamati meliputi ketekunan dan tanggungjawab.

f. Analisis Data Hasil Belajar Psikomotorik

Data hasil belajar psikomotorik diperoleh dari tes kinerja siswa melaksanakan kegiatan eksperimen dan dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Nilai Kognitif} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100$$

Siswa dikatakan mencapai ketuntasan belajar psikomotrik, jika memperoleh nilai lebih besar dari 75, yaitu sesuai dengan kriteria yang ditetapkan SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar.

g. Analisis Data Respon Siswa

Data respon siswa yang diperoleh dari angket respon siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran dengan menerapkan model FBBK dianalisis secara kualitatif. Data analisis dengan menggunakan rumus matematis:

$$P = (\Sigma K / \Sigma N) \times 100\%$$

Keterangan:

P: Persentase skor respon siswa

ΣR: Jumlah siswa yang memilih option

ΣN: Jumlah siswa yang mengisi angket

Kategori persentase respon siswa mengacu pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5
Kriteria Persentase Respon Siswa

Interval skor hasil penilaian	Kategori Penilaian
0,00% - 20,00%	Sangat lemah
21,00% - 40,00%	Lemah
41,00% - 60,00%	Cukup kuat
61,00% - 80,00%	Kuat
81,00% - 100,00%	Sangat kuat

(Dimodifikasi dari Ratumanan & Laurens, 2011, h. 159)

G. Matriks Penelitian

Merujuk pada rumusan masalah, teknik pengumpulan dan teknik analisis maka penelitian ini dapat dirangkum dalam matriks penelitian sebagai berikut.

Tabel 3.6
Matriks Penelitian

No.	Tujuan Penelitian	Teknik Pengumpulan Data	Teknik Analisis Data
1a	Mendesripsikan validitas model PFBKPS yang dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa.	Instrumen 01. Lembar validasi pakar mengenai model PFBKPS.	Analisis statistik <i>percentage of agreement (R)</i> .
1b	Mendesripsikan validitas perangkat yang dikembangkan untuk mendukung model pembelajaran dalam rangka meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa.	Instrumen 02, 03, 04, 05a, 05b, 05c, dan 05d. Lembar validasi pakar mengenai RPP, LKS, Buku Siswa (BS), Tes Keterampilan Proses Sains (TKPS), Tes Keterampilan Berpikir Kritis (TKBK), Lembar Pengamatan Afektif (LPA), Lembar Pengamatan Psikomotorik (LPP).	Analisis statistik <i>percentage of agreement (R)</i> .

Lanjutan Tabel 3.6

No.	Tujuan Penelitian	Teknik Pengumpulan Data	Teknik Analisis Data
2a1	Mendeskripsikan keterlaksanaan pembelajaran dengan menerapkan model PFBKPS yang dikembangkan.	Instrumen 06. Lembar Pengamatan Pengelolaan (LPP) pembelajaran.	Analisis statistik <i>percentage of agreement (R)</i> .
2a2	Bagaimana aktivitas siswa selama diterapkan model PFBKPS yang dikembangkan.	Instrumen 07. Lembar Pengamatan Aktivitas Siswa (LPAS).	Analisis statistik <i>percentage of agreement (R)</i> .
2a3	Mendeskripsikan kendala apa saja yang dihadapi guru saat diterapkan model PFBKPS yang dikembangkan.	Instrumen 06. Lembar Pengamatan Pengelolaan (LPP) pembelajaran. Instrumen 07. Lembar Pengamatan Aktivitas Siswa (LPAS).	Analisis statistik <i>percentage of agreement (R)</i> .
2b1	Mendeskripsikan peningkatan keterampilan proses sains melalui penerapan model PFBKPS yang dikembangkan.	Instrumen pretest-posttest kinerja Keterampilan Proses Sains (KPS).	Statistik deskriptif, yaitu rata-rata, proporsi, persentase, <i>n-gain score</i> , dan uji-t satu pihak melalui program SPSS .
2b2	Mendeskripsikan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penerapan model PFBKPS yang dikembangkan.	Instrumen pretest-posttest Keterampilan Berpikir Kritis (KBK).	Statistik deskriptif, yaitu rata-rata, proporsi, persentase, <i>n-gain score</i> , dan uji-t satu pihak melalui program SPSS .
2b3	Mendeskripsikan respon siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran dengan menerapkan model yang dikembangkan.	Instrumen angket Respon Siswa (RS).	Statistik deskriptif, yaitu rata-rata, proporsi, dan persentase.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan latar belakang pada Bab I, masalah kajian penelitian ini adalah "Bagaimanakah kelayakan model PFBKPS untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa SMA?" Untuk menjawab masalah itu, maka terdapat dua tahapan kegiatan, yaitu tahap pengembangan model pembelajaran beserta perangkatnya dan tahap meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis. Berikut ini adalah hasil pengembangan model pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis.

A. Validitas Model PFBKPS

Model PFBKPS dikatakan valid apabila menunjukkan adanya kebutuhan (*need*), kebaruan (*state-of-the-art*), landasan teori yang kuat, dan konsistensi antar komponen model (Akker, et al., 2007). Untuk itu, model PFBKPS disusun berdasarkan ketentuan tersebut dan diwujudkan dalam bentuk buku model. Draft buku model PFBKPS yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari enam bab: (i) pendahuluan yang menguraikan tentang rasional pengembangan model PFBKPS; (ii) hakikat pembelajaran sains yang menguraikan karakteristik pembelajaran sains; (iii) keterampilan berpikir kritis dalam pelajaran fisika yang menguraikan tentang keterampilan proses sains, konsep keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kritis dalam pelajaran fisika; (iv) teori pendukung yang menguraikan landasan teori dan dukungan empirik yang digunakan untuk mendukung pengembangan model PFBKPS; (v) model pembelajaran yang

mendukung meningkatnya keterampilan berpikir kritis dengan menguraikan kajian empirik dan karakteristik model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis; (vi) asesmen yang digunakan dalam mengukur pencapaian kompetensi. Draft buku model ini divalidasi dan direvisi berdasarkan saran validator dan hasil *Focused Group Discussion* (FGD).

Model hipotetik yang dikembangkan, divalidasi baik secara isi maupun secara konstruk. Validasi isi menggambarkan tentang kebutuhan (*need*) dan kebaruan (*state-of-the-art*), serta validasi konstruk menggambarkan konsistensi antar komponen model dengan landasan teori yang kuat. Validasi terhadap model PFBKPS dilakukan melalui *Focused Group Discussion* (FGD). Validator terdiri dari dua orang pakar dalam bidang pendidikan fisika. Adapun hasil analisis validasi model pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis seperti Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1
Hasil Validasi Model PFBKPS

No.	Komponen Model PFBKPS	Skor Validasi	Hasil Validasi	Koefisien Reliabilitas Data Validasi	Reliabilitas Data Validasi
1.	Teori Belajar Pendukung	4,00	SV	100%	R
2.	Sintaks model	3,75	SV	92,85%	R
3.	Sistem sosial	3,67	SV	90,47%	R
4.	Prinsip reaksi	3,75	SV	100%	R
5.	Sistem pendukung	3,25	SV	92,85%	R
6.	Dampak instruksional dan pengiring	4,00	SV	100%	R
Rata-rata		3,73	SV	96,02	R

Keterangan: SV = Sangat Valid; V = Valid; R = Reliabel

Berdasarkan Tabel 4.1 tampak bahwa koefisien reliabilitas data hasil validasi model PFBKPS berada pada rentang 90,47% hingga 100,00%. Koefisien

reliabilitas data terendah sebesar 90,47% untuk data hasil validasi komponen sistem sosial dan koefisien reliabilitas tertinggi sebesar 100% untuk data hasil validasi komponen teori belajar pendukung, prinsip reaksi dan dampak instruksional dan pengiring. Untuk komponen model lainnya, koefisien reliabilitas untuk sintaks model dan sistem pendukung sebesar 92,85%. Keseluruhan koefisien reliabilitas tersebut berada di atas ketentuan *inter observer agreement*, yaitu 75,00% (Borich, 1994) sehingga dapat dikatakan bahwa seluruh data hasil penilaian pakar menggunakan instrumen lembar validasi model PFBKPS dalam kategori reliabel.

Hasil penilaian pakar menunjukkan bahwa model PFBKPS termasuk dalam kategori valid baik secara isi maupun konstruk. Model PFBKPS yang valid berarti memiliki beberapa karakteristik, yaitu adanya kesesuaian dengan kebutuhan (*need*), kebaruan (*state-of-the-art*), landasan teori yang kuat, dan konsistensi antar komponen model. Namun demikian, setelah melaksanakan uji coba terbatas, model PFBKPS ini terus mengalami perbaikan sebagai bentuk validasi isi dan konstruk melalui FGD. Selama FGD dilaksanakan beberapa hal diperbaiki seperti Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2
Hal-hal yang Direvisi Terkait dengan Model Pembelajaran

Hal yang diperbaiki
1. Ide utama setiap teori (h. 21-28).
2. Sintaks model pembelajaran harus konsisten (h.20).
3. Mencantumkan tujuan model pembelajaran (h.5).

Lanjutan Tabel 4.2

Hal yang diperbaiki
4. Komponen model sebaiknya mengacu pada salah satu model pembelajaran menurut Arends atau Joice dan Weil (h.16).
5. Tujuan model pembelajaran disinkronkan dengan tujuan yang terdapat pada RPP (h.5).
6. Khusus pendahuluan dibuat seperti model pembelajaran Arends (h.1).
7. Menjelaskan teori belajar sosial dan konstruktivisme sebagai pendukung model pembelajaran (h.7-11).
8. Menjelaskan perbedaan dan persamaan antara <i>collaborative learning</i> dengan <i>cooperative learning</i> (h.12-13).
9. Tujuan model dituliskan seperti tujuan model pembelajaran menurut Arends (h.5).
10. Membahas kondisi saat ini mengenai kualitas pembelajaran dalam keterampilan berpikir kritis dengan berbasis data (h.1-3, 13-14).
11. Membahas kondisi saat ini mengenai bahan ajar (h.19).
12. Hasil uji coba terbatas dimasukkan kedalam bagian dukungan empiris model pembelajaran ini (h. 21-28).
13. Dampak instruksional dan dampak pengiring disinkronkan dengan tujuan model (h.5 dan h.30).
14. Memasukkan contoh asesmen beserta rubriknya pada bagian asesmen model PFBKPS (h.37-40).

Keterangan : halaman pada Tabel 4.2 adalah halaman yang terdapat pada buku Model PFBKPS

Hal-hal perbaikan yang terdapat pada Tabel 4.2 sebagai acuan untuk merevisi model pembelajaran. Hasil revisi model pembelajaran dikemas dalam bentuk buku model yang diimplementasikan pada uji coba luas. Oleh karena itu, buku model PFBKPS yang digunakan saat uji coba luas adalah buku model yang revisi berdasarkan hasil uji coba terbatas. Adapun buku model yang digunakan saat uji coba luas terdiri dari lima bab: (i) pendahuluan yang menguraikan tentang rasional dan tujuan pengembangan model PFBKPS; (ii) teori pendukung yang menguraikan landasan teori dan dukungan empirik yang digunakan untuk mendukung pengembangan model PFBKPS; (iii) model PFBKPS yang menguraikan tentang pengembangan karakteristik dan komponen model PFBKPS; (iv) perencanaan dan pelaksanaan model pembelajaran yang menguraikan

petunjuk bagi guru mengimplementasikan model PFBKPS; (v) asesmen yang digunakan dalam mengukur pencapaian kompetensi. Hasil revisi model pembelajaran dikemas dalam bentuk buku model yang diimplementasikan pada uji coba luas terdapat pada Lampiran 10a.

B. Validitas Perangkat Pembelajaran Pendukung Model PFBKPS

Perangkat pembelajaran diperlukan untuk mendukung implementasi model PFBKPS. Perangkat pembelajaran dikembangkan pada materi gerak lurus dan hukum Newton. Oleh karena itu, pada saat FGD juga dilakukan validasi perangkat pembelajaran dalam rangka meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa di SMA meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS), Buku Siswa (BS), dan Lembar Penilaian (LP).

1. Validitas Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana kegiatan pembelajaran tatap muka untuk satu kali pertemuan atau lebih. Komponen yang divalidasi RPP memuat dua aspek yang dinilai, yaitu aspek tujuan pembelajaran dan kegiatan pembelajaran. RPP kajian gerak lurus digunakan untuk tiga kali pertemuan pembelajaran. RPP 01 digunakan untuk pembelajaran tentang karakteristik GLB, RPP 02 digunakan untuk pembelajaran tentang karakteristik GLBB, RPP 03 digunakan untuk pembelajaran tentang gerak jatuh bebas. RPP materi hukum Newton digunakan untuk tiga kali pertemuan pembelajaran. RPP 04 digunakan untuk pembelajaran tentang Hukum I Newton, RPP 05 digunakan untuk pembelajaran tentang Hukum II dan III Newton, RPP 06 digunakan untuk

pembelajaran tentang gaya gesek. Ringkasan hasil validasi terhadap RPP ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3
Hasil Validasi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

No.	Komponen Validitas RPP	Skor Validasi	Hasil Validasi	Koefisien Reliabilitas Data Validasi	Reliabilitas Data Validasi
1.	Tujuan pembelajaran	4,00	SV	100%	R
2.	Kejelasan skenario pembelajaran	4,00	SV	100%	R
3.	Kesesuaian skenario pembelajaran dengan tujuan pembelajaran yang dikembangkan	4,00	SV	100%	R
4.	Kesesuaian skenario pembelajaran dengan model pembelajaran yang dikembangkan	4,00	SV	100%	R
5.	Alokasi waktu	3,50	SV	100%	R
	Rata-rata	3,90	SV	100%	R

Keterangan: SV = Sangat Valid; V = Valid; R = Reliabel

Berdasarkan data pada Tabel 4.3 tampak bahwa hasil validasi RPP yang komponennya meliputi tujuan pembelajaran, kejelasan skenario pembelajaran, kesesuaian skenario pembelajaran dengan tujuan pembelajaran yang dikembangkan, kesesuaian skenario pembelajaran dengan model pembelajaran yang dikembangkan, dan alokasi waktu termasuk dalam kategori sangat valid. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa RPP adalah valid dan dapat digunakan untuk mendukung implementasi model PFBKPS. Koefisien reliabilitas hasil validasi RPP sebesar 100% dan termasuk kategori reliabel.

2. Validitas Lembar Kerja Siswa (LKS)

Lembar Kerja Siswa (LKS) merupakan panduan bagi siswa dalam melakukan kegiatan pembelajaran, terutama dalam melakukan keterampilan

proses sains, yaitu merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, merumuskan definisi operasional variabel, prosedur percobaan, membuat tabel, membuat grafik, menginterpretasi grafik, menganalisis, menginferensi, dan membuat kesimpulan. LKS dikembangkan pada dua materi, yaitu gerak lurus dan hukum Newton. LKS kajian gerak lurus digunakan untuk tiga kali pertemuan pembelajaran. LKS 01 digunakan untuk pembelajaran tentang karakteristik GLB, LKS 02 digunakan untuk pembelajaran tentang karakteristik GLBB, LKS 03 digunakan untuk pembelajaran tentang gerak jatuh bebas. LKS materi hukum Newton digunakan untuk tiga kali pertemuan pembelajaran. LKS 04 digunakan untuk pembelajaran tentang Hukum I Newton, LKS 05 digunakan untuk pembelajaran tentang Hukum II dan III Newton, LKS 06 digunakan untuk pembelajaran tentang gaya gesek. Item validasi LKS memuat 4 aspek yang dinilai, yaitu aspek materi, aktivitas, bahasa dan kesesuaian waktu pembelajaran. Ringkasan hasil validasi terhadap LKS seperti Tabel 4.4.

Tabel 4.4.
Hasil Validasi LKS

No	Komponen Validitas	Materi Gerak Lurus				Materi Hukum Newton			
		Skor Validasi	Kriteria Validasi	Koefisien Reliabilitas Data Validasi	Reliabilitas Data Validasi	Skor Validasi	Kriteria Validasi	Koefisien Reliabilitas Data Validasi	Reliabilitas Data Validasi
1.	Materi	4,00	SV	100%	R	4,00	SV	100%	R
2.	Aktivitas (investigasi autentik)	4,00	SV	100%	R	4,00	SV	100%	R
3.	Bahasa	3,50	SV	85,71%	R	3,00	V	100%	R
4.	Waktu	3,00	V	100%	R	3,00	V	100%	R
	Rata-rata	3,62	SV	96,42	R	3,50	SV	100%	R

Keterangan: SV = Sangat Valid; V = Valid; R = Reliabel

Berdasarkan data pada Tabel 4.4 tampak bahwa hasil validasi LKS yang komponennya meliputi materi, aktivitas, dan bahasa, termasuk dalam kategori

sangat valid, sedangkan komponen waktu termasuk kategori valid. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa RPP adalah valid dan dapat digunakan untuk mendukung implementasi model PFBKPS. Koefisien reliabilitas hasil validasi RPP sebesar 100% dan termasuk kategori reliabel.

3. Validitas Buku Siswa (BS)

Buku siswa berisi uraian materi pelajaran fisika dan digunakan siswa sebagai sumber belajar dalam memahami materi yang sedang diajarkan. Buku dikembangkan pada dua materi, yaitu gerak lurus dan Hukum Newton. Komponen validasi Buku Siswa memuat tiga aspek yang dinilai, yaitu aspek kompen isi, kebahasaan dan penyajian materi. Adapun hasil validasi terhadap BS seperti Tabel 4.5.

Tabel 4.5
Hasil Validasi Buku Siswa

No.	Komponen Validitas	Materi Gerak Lurus				Materi Hukum Newton			
		Skor Validasi	Kriteria Validasi	Koefisien Reliabilitas Data Validasi	Reliabilitas Data Validasi	Skor Validasi	Kriteria Validasi	Koefisien Reliabilitas Data Validasi	Reliabilitas Data Validasi
1.	Isi (investegasi autentik)	3,67	SV	97,61%	R	3,83	SV	100%	R
2.	Kebahasaan	3,68	SV	94,80%	R	3,68	SV	94,80%	R
3.	Penyajian	3,67	SV	90,47%	R	3,67	SV	90,47%	R
	Rata-rata	3,67	SV	94,29%	R	3,72	SV	95,09%	R

Keterangan: SV = Sangat Valid; V = Valid; R = Reliabel

Berdasarkan data pada Tabel 4.5 tampak bahwa hasil validasi buku siswa yang komponennya meliputi isi, kebahasaan, dan penyajian termasuk dalam kategori sangat valid dengan masing-masing skor 3,67; 3,68; 3,67. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa buku siswa adalah valid dan dapat digunakan untuk mendukung implementasi model PFBKPS. Hasil validasi untuk setiap

komponen buku siswa termasuk dalam kategori reliabel dengan masing-masing koefisien reliabilitas sebesar 100,00%, 94,80%; 90,47%.

4. Validitas Lembar Penilaian

Lembar Penilaian (LP) digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa pada pembelajaran fisika dengan menerapkan model PFBKPS. Lembar penilaian dikembangkan pada dua materi, yaitu gerak lurus dan Hukum Newton. Hasil belajar yang diukur menggunakan lembar penilaian meliputi keterampilan berpikir kritis, keterampilan proses sains, afektif dan psikomotorik. Item validasi lembar penilaian memuat tiga aspek yang dinilai, yaitu aspek materi, konstruksi, dan bahasa. Adapun hasil validasi terhadap lembar penilaian seperti Tabel 4.6.

Tabel 4.6
Hasil Validasi Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Butir Tes	Validitas Isi				Validitas Bahasa			
	Skor Validasi	Kriteria Validasi	Koefisien Reliabilitas Data Validasi	Reliabilitas Data Validasi	Skor Validasi	Kriteria Validasi	Koefisien Reliabilitas Data Validasi	Reliabilitas Data Validasi
Materi Gerak Lurus								
1.	4,00	SV	100%	R	3,75	SV	96,87%	R
2.	4,00	SV	100%	R	3,75	SV	96,87%	R
3.	4,00	SV	100%	R	3,75	SV	96,87%	R
4.	4,00	SV	100%	R	3,75	SV	96,87%	R
5.	4,00	SV	100%	R	3,75	SV	96,87%	R
6.	4,00	SV	100%	R	3,75	SV	96,87%	R
Rata-rata	4,00	SV	100%	R	3,75	SV	96,87%	R
Materi Hukum Newton								
1.	3,78	SV	97,95%	R	3,50	SV	100%	R
2.	3,78	SV	97,95%	R	3,50	SV	100%	R
3.	3,78	SV	97,95%	R	3,50	SV	100%	R
4.	3,78	SV	97,95%	R	3,50	SV	100%	R
5.	3,78	SV	97,95%	R	3,50	SV	100%	R
6.	3,78	SV	97,95%	R	3,50	SV	100%	R
Rata-rata	3,78	SV	97,95%	R	3,50	SV	100%	R

Keterangan: SV = Sangat Valid; V = Valid; R = Reliabel; Butir tes 1 dan 3 = soal interpretasi; Butir tes 2 dan 5 = soal analisis; Butir tes 4 dan 6 = soal inferensi.

Berdasarkan data pada Tabel 4.6 tampak bahwa seluruh butir penilaian termasuk dalam kategori sangat valid dan hasil pengukuran hasil belajar

menggunakan instrumen tersebut termasuk kategori reliabel. Oleh karena model pembelajaran terus mengalami perbaikan, maka perangkat pembelajaran juga mengalami perbaikan melalui FGD sama dengan revisi model pembelajaran. Perangkat pembelajaran direvisi setiap pertemuan. Beberapa hal mendasar yang mengalami perbaikan tentang perangkat pembelajaran terdapat pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7
Hal-hal yang Direvisi Terkait dengan Perangkat Pembelajaran

Hal yang diperbaiki
1. Mencantumkan metakognitif dan keterampilan berpikir kritis di silabus (Lampiran 10c dan 10d tentang silabus).
2. Membedakan indikator kognitif keterampilan berpikir kritis dengan kinerja keterampilan proses sains dalam RPP (Lampiran 10c dan 10d tentang RPP).
3. Komponen RPP diperbaiki dengan memperjelas sintaks dalam model pembelajaran (Lampiran 10c dan 10d tentang RPP).
4. Membedakan pengamatan dengan percobaan dalam LKS (Lampiran 10c dan 10d tentang LKS).
5. Mencantumkan lembar penilaian keterampilan berpikir kritis dalam RPP (Lampiran 10c dan 10d tentang RPP).
6. Menuliskan tujuan LKS secara khusus (Lampiran 10c dan 10d tentang LKS).
7. Langkah-langkah KPS tidak muncul di LKS secara sistematis (Lampiran 10c dan 10d tentang LKS).
8. Mengurangi komponen perilaku sehingga sulit mengamatinnya (Lampiran 10c dan 10d tentang lembar penilaian afektif).
9. Kompetensi Dasar RPP tidak sinkron dengan Tabel spesifikasi dan lembar penilaian (Lampiran 10c dan 10d tentang RPP, tabel spesifikasi, dan lembar penilaian).
10. Perlu dimasukkan penyelidikan lanjutan autentik di LKS (Lampiran 10c dan 10d LKS).
11. Menggunakan media PhET (Lampiran 10d tentang LKS).

Berdasarkan Tabel 4.7 terdapat beberapa hal mendasar yang direvisi hingga lima kali, yaitu antara lain:

1. Silabus

Silabus yang digunakan saat uji coba terbatas mengalami revisi dengan silabus yang digunakan saat uji coba luas. Silabus yang digunakan saat uji coba terbatas Kompetensi Inti (KI3) belum mencantumkan metakognitif. Artinya metakognitif belum diskenariokan untuk dikembangkan dalam proses pembelajaran. Padahal metakognitif sangat penting diajarkan, oleh karena mengembangkan metakognisi pada dasarnya adalah meningkatkan proses berpikir seseorang untuk mengontrol apa yang dipikirkannya, apa yang dikerjakannya, berkenaan dengan tugas yang diberikan, apakah telah memenuhi tuntutan yang diminta dari tugas tersebut atau belum. Kaitan antara kemampuan metakognisi dengan strategi berpikir adalah kemampuan metakognisi menyediakan cara mengendalikan berpikir yang pada akhirnya akan menghasilkan kemampuan dalam berpikir kritis (*critical thinking*).

Schafersman (1991) berpendapat bahwa *Critical thinking means correct thinking in the pursuit of relevant and reliable knowledge about the world. Another way to describe it is reasonable, reflective, responsible, and skillful thinking that is focused on deciding what to believe or do*. Jadi, berpikir kritis berarti berpikir dengan benar dalam mencari pengetahuan yang relevan dan reliabel tentang sesuatu di sekitar kita. Cara yang lain untuk mengartikannya berpikir kritis adalah masuk akal (*reasonable*), reflektif, bertanggung jawab, dan berpikir cakap dan terampil dan semuanya dipusatkan untuk memutuskan apa

yang harus dipercayai atau dilakukan. Schaferman menyatakan seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis dapat mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang sesuai, mengumpulkan informasi yang relevan, secara efisien dan kreatif mereka menyusun dan berbuat melalui informasi yang dikumpulkannya itu, bernalar secara logika berdasar informasi, dan datang dengan kesimpulan yang reliabel dan dapat dipercaya tentang lingkungan yang memungkinkannya tinggal dan berhasil di dalamnya.

Pemikiran kritis bukanlah kemampuan berpikir biasa, yaitu berpikir yang tidak sekedar mampu memproses informasi. Kemampuan berpikir kritis yang benar adalah berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking*), yang memungkinkan seseorang untuk hal-hal yang global, luas dan analitis, sehingga dengan berpikir kritis memungkinkan seseorang menjadi individu yang lebih bertanggung jawab. Siswa yang masih anak-anak tentu saja tidak memiliki kemampuan bawaan sejak lahir untuk berpikir kritis, mereka juga belum mampu mengembangkannya kemampuan ini secara alami. Berpikir kritis adalah suatu kemampuan belajar yang harus dipelajari, dan sebagian besar orang tidak mempelajarinya secara sengaja. Berpikir kritis tidak dapat diajarkan pada orang yang tidak mempunyai kemampuan yang baik. Oleh karena itu, diperlukan instruktur atau guru yang memiliki pengetahuan tentang berpikir kritis dan terlatih dalam menyampaikan keterampilan serta informasi yang sesuai dengan berpikir kritis. Adapun contoh silabus lengkap setiap pertemuan yang digunakan dalam uji coba luas terdapat pada Lampiran 10d dan 10e.

2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang digunakan saat uji coba terbatas mengalami revisi dengan RPP yang digunakan saat uji coba luas. RPP yang digunakan saat uji coba terbatas, belum jelas perbedaan antara indikator kognitif keterampilan berpikir kritis dengan keterampilan proses sains dalam RPP. Bahkan indikator psikomotorik tidak dirumuskan dalam RPP. Artinya indikator keterampilan berpikir kritis dengan keterampilan proses sains belum spesifik diskenarionakan untuk dikembangkan dalam proses pembelajaran. Hal ini berdampak pada rumusan tujuan pembelajaran yang belum lengkap, pengukuran kemampuan siswa yang hanya menekankan pada satu aspek saja. Padahal perangkat RPP perlu diperjelas mengenai indikator pencapaian kompetensi, oleh karena terkait dengan perencanaan bahan, perencanaan alat, metode, dan prosedur-prosedur pembelajaran untuk mencapai tujuan tersebut.

Selain itu, komponen RPP diperbaiki dengan memperjelas sintaks dalam model pembelajaran terutama pada bagian investigasi autentik: *Science Process Skills*, di mana belum tampak langkah-langkah keterampilan proses sains. Artinya pengembangan keterampilan proses sains tidak optimal dalam pembelajaran. Padahal langkah-langkah keterampilan proses sains dalam aktivitas pembelajaran dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Kincaid (2004) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui pengembangan keterampilan proses sains. Menurut Karamustafaoglu (2011), pengembangan keterampilan proses sains memungkinkan siswa mengkonstruksi dan menyelesaikan masalah serta berpikir kritis. Kemungkinan ini dapat terjadi karena

komponen-komponen berpikir kritis sebagian besar merupakan komponen keterampilan proses sains seperti *designing experiments, testing hypotheses, hypothesizing, predicting, inferring, classifying, measuring, observing* (Hassard, 2005, p.332). Dengan demikian, jika keterampilan proses sains siswa berkembang, maka diduga keterampilan berpikir kritis mereka juga akan berkembang. Hal ini didukung hasil penelitian Liliyasi (2008) yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui pengembangan keterampilan proses sains. Adapun contoh RPP lengkap setiap pertemuan yang digunakan dalam uji coba luas terdapat pada Lampiran 10d dan 10e.

3. Lembar Kerja Siswa (LKS)

Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan saat uji coba terbatas mengalami revisi dengan LKS yang digunakan saat uji coba luas oleh karena LKS yang digunakan pada saat uji coba terbatas telah memuat keterampilan proses sains, tetapi belum secara sistematis seperti yang ditunjukkan Lampiran 9a. Padahal suatu bangun ilmu sains atau ilmu pengetahuan alam terbentuk secara sistematis dari interelasi antara sikap dan proses sains, penyelidikan fenomena alam, dan produk keilmuan. Hal ini mengisyaratkan bahwa ketiga unsur penyusun bangun ilmu sains tersebut saling berhubungan dan tidak bisa lepas satu sama lain. Unsur proses yang terdiri atas aktivitas pengamatan empirik dan penalaran logik merupakan bagian penting yang menjembatani sikap dengan penyelidikan fenomena alam guna menghasilkan produk keilmuan sains. Artinya penguasaan akan keterampilan proses sains ini menjadi mutlak bagi seseorang yang akan atau sedang belajar sains. Oleh karena itu, LKS yang digunakan saat uji coba luas telah

memuat keterampilan proses sains secara sistematis, yaitu mulai dari merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, merumuskan definisi operasional variabel, prosedur percobaan, membuat tabel, membuat grafik, menginterpretasi grafik, menganalisis, menginferensi, dan membuat kesimpulan seperti contoh yang ditunjukkan pada Lampiran 10d dan 10e. Keterampilan proses sains ini harus dikuasai siswa yang sedang belajar sains. Siswa tidak boleh lagi terbelenggu dengan soal-soal produk dalam LKS yang harus dikerjakan dan sangat membebani. Begitu juga dalam pembelajaran, siswa harus banyak melakukan penggalian ide, wawasan dan pemecahan masalah dalam proses pembelajaran melalui investigasi autentik seperti LKS yang ditunjukkan pada Lampiran 10d dan 10e, masalah yang dikemukakan dalam LKS berakar dari kehidupan dunia nyata siswa. Dengan demikian, investigasi autentik membantu guru mengaitkan antara materi pembelajaran dengan situasi dunia nyata siswa, dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sehari-hari.

Pernyataan di atas sejalan dengan harapan Depdiknas (2002) yang menyampaikan bahwa konsep pembelajaran yang diharapkan adalah menghubungkan isi bahan ajar dengan situasi-situasi dunia nyata serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari sebagai anggota keluarga, warga negara, dan pekerja serta terlibat aktif dalam kegiatan belajar mengajar yang dituntut dalam pelajaran. Berdasarkan konsep proses pembelajaran dan harapan Depdiknas (2002) terdapat tiga hal yang harus dipahami, yaitu (i) proses pembelajaran menekankan kepada proses keterlibatan siswa untuk menemukan

materi. Proses belajar diorientasikan pada proses pengalaman secara langsung. Proses pembelajaran di kelas tidak mengharapkan agar siswa hanya menerima pelajaran, tetapi yang diutamakan adalah proses mencari dan menemukan sendiri materi pelajaran; (ii) proses pembelajaran mendorong agar siswa dapat menemukan hubungan antara materi yang dipelajari dengan situasi kehidupan nyata. Siswa dituntut untuk dapat menangkap hubungan antara pengalaman belajar di sekolah dengan kehidupan nyata. Hal ini sangat penting sebab dengan dapat mengkorelasikan materi yang ditemukan dengan kehidupan nyata, materi yang dipelajarinya itu akan lebih bermakna secara fungsional dan tertanam erat dalam memori siswa sehingga tidak akan mudah melupakan; (iii) proses pembelajaran mendorong siswa untuk dapat menerapkan pengetahuannya dalam kehidupan. Pembelajaran tidak hanya mengharapkan siswa dapat memahami materi yang dipelajarinya, tetapi bagaimana materi itu dapat mewarnai perilakunya dalam kehidupan sehari-hari. Materi pelajaran dalam konteks ini tidak untuk ditumpuk di otak dan kemudian dilupakan, tetapi sebagai bekal bagi mereka dalam kehidupan nyata.

Oleh karena itu, diskusi pemecahan masalah dalam pembelajaran sebaiknya semakin sering dilakukan baik dalam kelompok belajar maupun saat presentasi hasil diskusi. Kegiatan berbagi ke kelompok lain maupun mengomentari kelompok lain semakin sering dilakukan dalam pembelajaran. Menilai hasil karya kelompok lain dan menerima saran atau pendapat kelompok lain dapat dilakukan dengan baik dalam proses pembelajaran. Dengan demikian,

interaksi antara guru dengan siswa maupun siswa dengan siswa dalam proses pembelajaran dapat berjalan dengan sangat baik.

Selain itu, perbedaan lainnya adalah LKS uji coba terbatas belum dilengkapi dengan penyelidikan lanjutan yang autentik. Persoalan tentang konsep gerak lurus masih bersifat akademik. Padahal pencapaian pemahaman tentang persoalan gerak lurus dalam kehidupan sehari-hari akan lebih mudah diperoleh bila siswa memiliki/menguasai kemampuan menyelidiki gerak lurus serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, LKS yang digunakan saat uji coba luas telah memuat penyelidikan autentik seperti contoh yang ditunjukkan pada Lampiran 10d dan 10e, mengharuskan siswa melakukan penyelidikan lanjutan autentik untuk mencari pemecahan masalah nyata. Siswa harus menganalisis dan merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, merumuskan definisi operasional variabel, prosedur percobaan, membuat tabel, membuat grafik, menginterpretasi grafik, menganalisis, menginferensi, dan membuat kesimpulan. Dengan demikian, pembelajaran melalui penyelidikan autentik dapat dijadikan salah satu cara untuk mengajarkan metode ilmiah seperti meminta siswa mengembangkan hipotesis, kemudian merancang dan melakukan percobaan untuk membuktikan atau menyangkal hipotesis. Setelah percobaan selesai, siswa memungkinkan mempertahankan temuan mereka melalui diskusi dan presentasi seperti ilmuwan yang sebenarnya. Guru mengajarkan metode ilmiah tidak lagi diminta siswa membaca tentang konsep dalam buku teks, menghafal proses yang ditentukan, tetapi siswa belajar dengan melakukan (*learning by doing*). Pembelajaran melalui penyelidikan autentik memungkinkan

tercapainya target belajar secara utuh pada diri siswa dan sesuai dengan tuntutan karakteristik pembelajaran sains.

Selain itu, seiring dengan berkembangnya zaman ditandai dengan kemajuan teknologi, dituntut untuk dapat mengikuti kemajuan teknologi yang telah ada. Jenjang-jenjang pendidikan harus dapat mengikuti perkembangan kemajuan yang ada. Sesuai dengan kurikulum yang berlaku sekarang, menyebutkan salah satu prinsipnya adalah tanggap terhadap ilmu pengetahuan, teknologi dan seni. Ilmu pengetahuan, teknologi dan seni berkembang secara dinamis. Oleh karena itu, semangat dan isi kurikulum serta pembelajarannya harus memberikan pengalaman belajar siswa untuk mengikuti dan memanfaatkan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni.

Terkait dengan itu, aplikasi dari penggunaan media pembelajaran khususnya media animasi akan dapat menampilkan gambar dan penyajian secara jelas dan bermakna. Dengan demikian, siswa akan dapat menyerap makna dari pembelajaran itu. Oleh karena itu, LKS yang digunakan dalam uji coba luas adalah dengan menggunakan simulasi program PhET (*Physics Education Technology*) khususnya materi Hukum-hukum Newton dan pengaplikasiannya seperti contoh yang ditunjukkan pada Lampiran 10d dan 10e. Penggunaan program PhET sebagai salah satu perbedaan dengan LKS yang digunakan saat uji coba terbatas. LKS yang digunakan saat uji coba terbatas tidak menggunakan simulasi program PhET seperti contoh yang ditunjukkan pada Lampiran 10e. Contoh LKS lengkap setiap pertemuan yang digunakan dalam uji coba luas terdapat pada Lampiran 10d dan 10e. Penggunaan program PhET dalam LKS ini

oleh karena PhET merupakan simulasi yang menampilkan suatu animasi fisika yang abstrak yang dikeluarkan oleh University of Colorado dan sudah teruji kebenarannya. Noah, et al (2006: p.49) berpendapat bahwa *“The Physics Education Technology (PhET) sims use dynamic graphics to explicitly animate the visual and conceptual models used by expert physicists.”* Noah, et al (2006) menjelaskan bahwa simulasi PhET menggunakan grafis dengan visual animasi dan model konsep yang digunakan oleh fisikawan ahli. Menurut McKagan, et al (2008: p.1) *“This interaction appears to be particularly effective for helping students construct understanding and intuition for abstract and unfamiliar quantum phenomena.”* Simulasi *PhET* sangat efektif untuk membantu siswa dalam membangun pemahaman dan intuisi untuk fenomena yang bersifat abstrak. Menurut Janice & Barnett (2013) *“In order to master abstract scientific concepts, students need to be able to build flexible and testable mental models.”* Dalam rangka untuk menguasai konsep-konsep ilmiah yang bersifat abstrak, siswa perlu membangun model yang *flexible* dan dapat diuji.

4. Lembar Penilaian

Penilaian merupakan bagian yang terpenting dalam proses pembelajaran di bidang studi apa pun termasuk bidang studi fisika. Penilaian digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan informasi tentang hasil belajar melalui tes dan lembar pengamatan. Saat uji coba terbatas, tes yang digunakan hanya mencakup tes keterampilan proses sains dan tes keterampilan berpikir kritis. Uji coba luas, selain kedua jenis tes juga dilakukan pengamatan afektif dan pengamatan psikomotorik. Aspek teks maupun substansi lembar penilaian mengalami revisi,

lembar penilaian yang digunakan uji coba terbatas berbeda dengan lembar penilaian yang digunakan saat uji coba luas seperti tes keterampilan proses sains dan tes keterampilan berpikir kritis pada uji coba luas telah dilengkapi dengan rubrik penilaian setiap komponen aspek kognitif (keterampilan berpikir kritis dan kinerja keterampilan proses sains), aspek afektif dan aspek psikomotorik. Oleh karena itu, dengan adanya rubrik penilaian pada uji coba luas memudahkan mengoreksi hasil tes siswa, adanya konsistensi dan objektivitas atau standarisasi dalam penilaian serta mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk penilaian bila terdapat kemiripan antar komentar yang diberikan terhadap siswa mengenai kelemahan atau keunggulan dalam kinerjanya. Tes lengkap setiap materi yang digunakan dalam uji coba luas terdapat pada Lampiran 10f.

C. Hasil Uji Coba

Model PFBKPS yang telah valid, diuji secara terbatas dan luas. Uji coba terbatas dilaksanakan di Kelas X SMAN 9 Makassar selama enam kali pertemuan (18x45 menit). Uji coba terbatas dilaksanakan pada bulan Desember 2015-Januari 2016. Hasil uji coba terbatas sebagai acuan dilakukan beberapa revisi untuk digunakan pada uji coba luas. Uraian revisi model dan perangkat pendukungnya terdapat pada bagian A tentang validitas model Bab IV, sedangkan uji coba luas dilaksanakan di Kelas X SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar selama enam kali pertemuan (18x45 menit). Uji coba luas dilaksanakan pada bulan November - Desember 2016.

Uji coba dilaksanakan untuk mengecek kepraktisan dan keefektifan. perangkat pembelajaran secara utuh di dalam kelas. **Kepraktisan** mencakup keterlaksanaan pembelajaran dan kendala yang dihadapi. **Keefektifan** mencakup hasil belajar keterampilan proses sains, peningkatan keterampilan berpikir kritis

siswa, data aktivitas siswa dan respon siswa terhadap pelaksanaan model pembelajaran.

1. Kepraktisan

a. Keterlaksanaan Pembelajaran

Pembelajaran materi gerak lurus diawali dengan *pretest* selama satu kali pertemuan (3x45 menit) meliputi tes keterampilan berpikir kritis, tes kinerja keterampilan proses sains, dan psikomotorik, dilanjutkan dengan pembelajaran tatap muka selama tiga kali pertemuan. Pelatihan guru mengimplementasikan perangkat model PFBKPS serta pelatihan siswa mengenai keterampilan proses sains dengan menggunakan LKS Pelatihan seperti pada Lampiran 10b sebelum pembelajaran tatap muka dilaksanakan. Setelah pembelajaran tatap muka dilaksanakan, dilanjutkan dengan *posttest* selama satu kali pertemuan (3x45 menit) meliputi tes keterampilan berpikir kritis, tes kinerja keterampilan proses sains, dan psikomotorik. Rincian penggunaan waktu pada uji coba terbatas seperti Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8
Rincian Penggunaan Waktu pada Uji coba Terbatas

No.	Kegiatan	Rincian waktu pelaksanaan pembelajaran	
		Materi Gerak Lurus	Materi Hukum Newton
1.	Pretest	1 pertemuan (3x45 menit)	1 pertemuan (3x45 menit)
	• Keterampilan berpikir kritis	60 menit	60 menit
2.	Pembelajaran tatap muka	3 pertemuan (9x45 menit)	3 pertemuan (9x45 menit)
3.	Posttest		
	• Keterampilan berpikir kritis	60 menit	60 menit
	• Kinerja Keterampilan Proses Sains	75 menit	75 menit

Waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan pembelajaran pada setiap pertemuan tidak dapat berjalan sesuai rencana. Setiap pertemuan pembelajaran yang semula direncanakan dapat dilaksanakan dalam waktu 90 menit, karena adanya beberapa kendala sehingga memerlukan waktu lebih lama. Untuk

pelaksanaan uji coba terbatas, pembelajaran memerlukan waktu lebih lama adalah pada pertemuan pertama dan kedua. Waktu yang digunakan dalam pembelajaran disebabkan siswa belum terbiasa melakukan keterampilan proses sains karena guru jarang mengajarkannya terutama merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, merumuskan definisi operasional variabel, prosedur percobaan, membuat tabel, membuat grafik, menginterpretasi grafik, menganalisis, menginferensi, dan membuat kesimpulan. Hal ini didasarkan pada data respon siswa yang ditunjukkan pada Tabel 4.42 dan Tabel 4.43 yang mendeskripsikan bahwa keterampilan proses sains merupakan hal baru bagi sebagian besar siswa. Selain itu, hasil *pretest* sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22 yang menunjukkan bahwa keterampilan proses sains sebelum diterapkan model PFBKPS termasuk rendah. Rendahnya keterampilan proses sains sejalan dengan hasil penelitian lain menunjukkan keterampilan proses sains siswa belum optimal (Haryono, 2006; Sohibin, et al., 2009; Widayanto, 2009; Khaeruddin, et al., 2011; Triwiyono, 2011).

Penggunaan waktu pembelajaran pada uji coba terbatas tidak optimal sehingga pada uji coba luas dilakukan upaya perbaikan, yaitu dilaksanakannya pelatihan guru mengimplementasikan perangkat model PFBKPS serta pelatihan siswa mengenai keterampilan proses sains. Rincian penggunaan waktu pada uji coba luas Seperti Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9
Rincian Penggunaan Waktu pada Uji Coba Luas

No.	Kegiatan	Rincian Waktu Pelaksanaan Pembelajaran	
		Materi Gerak Lurus	Materi Hukum Newton
1.	Pelatihan keterampilan proses sains bagi siswa setelah <i>pretest</i>	2 pertemuan (3x45 menit) 31 Oktober 2016 2 November 2016	
2.	Pretest	1 pertemuan (3x45 menit)	1 pertemuan (3x45 menit)
	• Keterampilan berpikir kritis	60 menit	60 menit
	• Kinerja Keterampilan Proses Sains	75 menit	75 menit
	• Psikomtorik		
3.	Pembelajaran tatap muka	3 pertemuan (9x45 menit)	3 pertemuan (9x45 menit)
4.	Posttest		
	• Keterampilan berpikir kritis	60 menit	60 menit
	• Kinerja Keterampilan Proses Sains	75 menit	75 menit
	• Psikomtorik		

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa adanya waktu pelatihan keterampilan proses sains bagi siswa setelah *pretest* dilaksanakan. Hal ini yang membedakan dengan uji coba terbatas. Namun demikian, terjadi peningkatan skor *pretest* keterampilan proses sains uji coba luas jika dibandingkan dengan uji coba terbatas, tetapi belum tuntas. Adanya peningkatan skor tersebut sebagai akibat dari proses pembelajaran di mana guru telah mengajarkan keterampilan proses sains sebanyak dua kali pertemuan sebelum *pretest* dilaksanakan. Artinya bahwa bukan berarti siswa tidak memiliki potensi mengembangkan keterampilan proses sains, tetapi siswa selama ini tidak memiliki kesempatan untuk mengembangkan keterampilan tersebut. Hal ini sesuai dengan penelitian Nur di SMA yang menemukan bahwa rendahnya keterampilan proses sains siswa disebabkan oleh:

(i) siswa belum memperoleh kesempatan maksimal dalam belajar keterampilan

proses sains, (ii) siswa belum memperoleh kesempatan mengembangkan keterampilan proses sains, (iii) belum diajarkan secara utuh, (iv) siswa baru memperoleh kesempatan belajar sains sebagai produk, belum belajar sains sebagai proses serta (v) siswa tampak asing atau belum terbiasa mengerjakan tes keterampilan proses (Nur, 2011a).

Langkah-langkah pembelajaran dalam empat fase sintaks model PFBKPS pada uji coba terbatas dilaksanakan berdasarkan skenario yang telah dirancang pada RPP. Pengamatan dan penilaian keterlaksanaan pembelajaran diamati oleh dua orang observer. Ringkasan hasil pengamatan keterlaksanaan pembelajaran materi gerak lurus selama tiga kali pertemuan tatap muka (9x45 menit) ditunjukkan pada Tabel 4.10. Hasil pengamatan keterlaksanaan pembelajaran materi Hukum Newton selama tiga kali pertemuan tatap muka (9x45 menit) ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.10
Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Gerak Lurus
pada Uji Coba Terbatas

No.	Fase	Pertemuan I		Pertemuan II		Pertemuan III	
		Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria
1.	Identifikasi Ide	3,50	B	4,00	SB	4,00	SB
2.	Kolaborasi	3,00	B	4,00	SB	4,00	SB
3.	Investigasi autentik: <i>science processes skills</i>	3,00	B	4,00	SB	3,50	B
4.	Diskusi Kelas dan Presentasi	3,00	B	3,50	B	3,50	B

Keterangan: SB = Sangat Baik; B = Baik

Tabel 4.11
Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Hukum Newton
pada Uji Coba Terbatas

No.	Fase	Pertemuan IV		Pertemuan V		Pertemuan VI	
		Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria
1.	Identifikasi Ide	4,00	SB	4,00	SB	3,50	B
2.	Kolaborasi	4,00	SB	3,50	B	3,50	B
3.	Investigasi autentik: <i>science processes skills</i>	4,00	SB	3,50	B	3,00	B
4.	Diskusi Kelas dan Presentasi	4,00	SB	4,00	SB	4,00	SB

Keterangan: SB = Sangat Baik; B = Baik

Berdasarkan data pada Tabel 4.10 tampak bahwa seluruh langkah pembelajaran materi gerak lurus yang telah dirancang dalam RPP dapat dilaksanakan oleh guru. Keterlaksanaan empat fase pembelajaran model PFBKPS pada pertemuan pertama termasuk dalam kategori baik untuk semua fase. Pertemuan kedua, keterlaksanaan pembelajaran fase 1, 2, dan 3 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 1 termasuk dalam kategori baik. Pertemuan ketiga, keterlaksanaan pembelajaran fase 1 dan 2 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 3 dan 4 termasuk dalam kategori baik. Pertemuan keempat, keterlaksanaan pembelajaran semua fase termasuk dalam kategori sangat baik.

Berdasarkan data pada Tabel 4.11 tampak bahwa seluruh langkah pembelajaran materi Hukum Newton yang telah dirancang dalam RPP dapat dilaksanakan oleh guru. Keterlaksanaan empat fase pembelajaran model PFBKPS pada pertemuan pertama termasuk dalam kategori baik untuk semua fase. Pertemuan kedua, keterlaksanaan pembelajaran fase 1 dan 4 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 2 dan 3

termasuk dalam kategori baik. Pertemuan ketiga, keterlaksanaan pembelajaran fase 4 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 1, 2, dan 3 termasuk dalam kategori baik. Pertemuan keempat, keterlaksanaan pembelajaran fase 2 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 1, 3, dan 4 termasuk dalam kategori baik.

Pelaksanaan pembelajaran selama enam kali pertemuan pada saat uji coba terbatas dilakukan beberapa perbaikan. Hasil evaluasi terhadap model PFBKPS menyatakan bahwa empat fase dalam sintaks model telah valid dan dapat terlaksana dengan baik dalam menyediakan lingkungan belajar bagi siswa untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Model PFBKPS telah menyediakan lingkungan belajar yang memungkinkan siswa dapat berinteraksi sosial dengan siswa lain maupun guru. Kegiatan belajar telah berpusat pada siswa (*student centered learning*). Rincian hasil evaluasi berdasarkan pelaksanaan uji coba terbatas ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12
Rincian Hasil Evaluasi Berdasarkan Pelaksanaan Uji Coba Terbatas

No.	Komponen Evaluasi	Hasil Evaluasi
1.	Sintaks model PFBKPS	Empat fase dalam sintaks model telah valid dan dapat terlaksana dengan baik dalam menyediakan lingkungan belajar bagi siswa untuk belajar keterampilan berpikir kritis sehingga tidak perlu adanya revisi terhadap alur empat fase dalam sintaks model PFBKPS. Hanya nama fase harus ditulis secara konsistensi.

Lanjutan Tabel 4.12

No.	Komponen Evaluasi	Hasil Evaluasi
2.	Sistem sosial	Model PFBKPS telah menyediakan lingkungan belajar bagi siswa untuk belajar keterampilan berpikir kritis. Kegiatan belajar telah berpusat pada siswa (<i>student centered learning</i>).
3.	Prinsip reaksi	Peran guru sangat penting dalam memotivasi siswa agar terlibat aktif dalam sesi bekerja dalam kelompok, diskusi kelas serta presentasi agar memicu siswa untuk mengungkapkan pendapat kepada siswa lain, menanggapi maupun mengkritisi ide atau gagasan siswa lain
4.	Sistem pendukung model PFBKPS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eksperimen merupakan kegiatan utama siswa dalam memfasilitasi keterampilan berpikir kritis melalui keterampilan proses sains sehingga diperlukan ketersediaan dan kelengkapan peralatan laboratorium. Untuk mengatasi keterbatasan peralatan laboratorium maka dapat diatasi dengan menggunakan laboratorium virtual seperti program PhET. 2. Lemahnya keterampilan proses sains siswa dapat diatasi dengan cara memberikan pelatihan keterampilan proses sains dan menggunakan program PhET terlebih dahulu kepada siswa. 3. Untuk efisiensi waktu dalam pelaksanaan pengerjaan LKS, maka dilakukan penataan atau revisi terhadap LKS.
5.	Dampak instruksional dan pengiring	Pelaksanaan pembelajaran model PFBKPS telah memberikan dampak hasil belajar afektif, kognitif, dan psikomotorik. Siswa terlatih dalam keterampilan proses sains sehingga sangat mendukung keterampilan berpikir kritis siswa.

Hasil evaluasi pelaksanaan uji coba terbatas (Tabel 4.7), maka dapat dilakukan beberapa perbaikan terutama perangkat pembelajaran dan proses pembelajarannya. Uraian perbaikan perangkat pembelajaran terdapat pada bagian B tentang validitas perangkat pembelajaran pendukung model Bab IV halaman 123-130. Perangkat pembelajaran yang telah diperbaiki selanjutnya diuji coba luas. Langkah-langkah pembelajaran dalam empat fase sintaks model PFBKPS pada uji coba luas dilaksanakan berdasarkan skenario yang telah dirancang pada RPP. Pengamatan dan Penilaian keterlaksanaan pembelajaran diamati oleh dua

orang observer. Data keterlaksanaan pembelajaran saat uji coba luas terdapat pada Lampiran 4. Ringkasan hasil pengamatan keterlaksanaan pembelajaran materi gerak lurus selama tiga kali pertemuan tatap muka (9x45 menit) di SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar ditunjukkan pada Tabel 4.13 dan 4.15. Hasil pengamatan keterlaksanaan pembelajaran materi hukum Newton selama tiga kali pertemuan tatap muka (9x45 menit) di SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar ditunjukkan pada Tabel 4.14 dan 4.16.

Tabel 4.13
Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Gerak Lurus
Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar

No.	Fase	Pertemuan I		Pertemuan II		Pertemuan III	
		Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria
1.	Identifikasi Ide	3,00	B	3,00	B	3,00	B
2.	Kolaborasi	4,00	SB	3,00	B	3,50	B
3.	Investigasi autentik: <i>science processes skills</i>	3,31	B	3,12	B	3,31	B
4.	Diskusi Kelas dan Presentasi	3,17	B	3,67	SB	3,67	SB

Keterangan: SB = Sangat Baik; B = Baik

Tabel 4.14
Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Hukum Newton
Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar

No.	Fase	Pertemuan IV		Pertemuan V		Pertemuan VI	
		Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria
1.	Identifikasi Ide	3,17	B	3,67	SB	4,00	SB
2.	Kolaborasi	4,00	SB	4,00	SB	4,00	SB
3.	Investigasi autentik: <i>science processes skills</i>	3,25	B	3,56	SB	3,88	SB
4.	Diskusi Kelas dan Presentasi	3,67	SB	4,00	SB	4,00	SB

Keterangan: SB = Sangat Baik; B = Baik

Tabel 4.15
Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Gerak Lurus
Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar

No.	Fase	Pertemuan I		Pertemuan II		Pertemuan III	
		Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria
1.	Identifikasi Ide	3,00	B	3,30	B	3,30	B
2.	Kolaborasi	4,00	SB	3,50	B	3,50	B
3.	Investigasi autentik: <i>science processes skills</i>	3,31	B	3,31	B	3,44	B
4.	Diskusi Kelas dan Presentasi	3,33	B	3,67	SB	3,67	SB

Keterangan: SB = Sangat Baik; B = Baik

Tabel 4.16
Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran Materi Hukum Newton
Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar

No.	Fase	Pertemuan IV		Pertemuan V		Pertemuan VI	
		Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria	Rata-rata Skor	Kriteria
1.	Identifikasi Ide	3,00	B	3,67	SB	4,00	SB
2.	Kolaborasi	4,00	SB	4,00	SB	4,00	SB
3.	Investigasi autentik: <i>science processes skills</i>	3,31	B	3,56	SB	3,88	SB
4.	Diskusi Kelas dan Presentasi	3,67	SB	3,83	SB	4,00	SB

Keterangan: SB = Sangat Baik; B = Baik

Data pada Tabel 4.13 tampak bahwa seluruh langkah pembelajaran materi gerak lurus yang telah dirancang dalam RPP dapat dilaksanakan oleh guru di SMAN 9 Makassar. Keterlaksanaan empat fase pembelajaran model PFBKPS pertemuan pertama, keterlaksanaan pembelajaran fase 2 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 1, 3, dan 4 termasuk dalam kategori baik. Pertemuan kedua dan ketiga, keterlaksanaan pembelajaran

fase 4 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 1, 2 dan 3 termasuk dalam kategori baik. Data Tabel 4.15 juga tampak bahwa seluruh langkah pembelajaran materi gerak lurus yang telah dirancang dalam RPP dapat dilaksanakan oleh guru di SMAN 10 Makassar. Keterlaksanaan empat fase pembelajaran model PFBKPS pertemuan pertama, keterlaksanaan pembelajaran fase 2 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 1, 3, dan 4 termasuk dalam kategori baik. Pertemuan kedua dan ketiga, keterlaksanaan pembelajaran fase 4 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 1, 2 dan 3 termasuk dalam kategori baik.

Data pada Tabel 4.14 tampak bahwa seluruh langkah pembelajaran materi hukum Newton yang telah dirancang dalam RPP dapat dilaksanakan oleh guru di SMAN 9 Makassar. Keterlaksanaan empat fase pembelajaran model PFBKPS pertemuan pertama, keterlaksanaan pembelajaran fase 2 dan 4 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 1 dan 3 termasuk dalam kategori baik. Pertemuan kedua, keterlaksanaan pembelajaran fase 1, 2 dan 4 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 3 termasuk dalam kategori baik. Pertemuan ketiga, keterlaksanaan pembelajaran semua fase termasuk dalam kategori sangat baik. Data Tabel 4.16 juga tampak bahwa seluruh langkah pembelajaran materi Hukum Newton yang telah dirancang dalam RPP dapat dilaksanakan oleh guru di SMAN 10 Makassar. Keterlaksanaan empat fase pembelajaran model PFBKPS pertemuan pertama, keterlaksanaan pembelajaran fase 2 dan 4 termasuk dalam kategori

sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 1 dan 3 termasuk dalam kategori baik. Pertemuan kedua, keterlaksanaan pembelajaran fase 1, 2 dan 4 termasuk dalam kategori sangat baik, sedangkan keterlaksanaan pembelajaran fase 3 termasuk dalam kategori baik. Pertemuan ketiga, keterlaksanaan pembelajaran semua fase termasuk dalam kategori sangat baik.

b. Kendala saat Diterapkan Model PFBKPS

Pelaksanaan uji coba terbatas dan uji coba luas model PFBKPS mengalami beberapa kendala. Data kendala selama pelaksanaan pembelajaran diperoleh berdasarkan hasil pengamatan serta hasil wawancara dengan guru dan siswa. Rincian kendala serta alternatif solusinya ditunjukkan pada Tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17
Kendala-kendala Selama Pelaksanaan Pembelajaran

No.	Kendala	Alternatif solusi
1.	Siswa belum terbiasa mengerjakan LKS yang berorientasi Investigasi autentik: <i>science processes skills</i>	LKS diberikan beberapa hari sebelum pelaksanaan dan diberi kesempatan untuk mencoba.
2.	Siswa belum terbiasa menggunakan laboratorium virtual saat melaksanakan eksperimen	LKS dan <i>software</i> lab. virtual diberikan beberapa hari sebelum pelaksanaan dan diberi kesempatan untuk mencoba
3.	Siswa belum terbiasa mempresentasikan hasil kerja kelompoknya	Siswa diberi kesempatan sebanyak mungkin mempresentasikan hasil kerja kelompoknya.
4.	Siswa belum terbiasa memberikan penjelasan rasional untuk menyempurnakan jawaban kelompok lain	Siswa diberi kesempatan sebanyak mungkin terbiasa memberikan penjelasan rasional untuk menyempurnakan jawaban kelompok lain dengan cara menunjuk siswa.

Lanjutan Tabel 4.17

No.	Kendala	Alternatif solusi
5.	Awal pertemuan, guru masih mengalami kesulitan melaksanakan fase kolaborasi, Investigasi autentik: <i>science processes skills</i> , diskusi kelas dan presentasi	Perangkat pembelajaran diberikan beberapa hari sebelum pelaksanaan pembelajaran.
6.	Alat dan bahan eksperimen yang terdapat di sekolah tidak lengkap	Peneliti melengkapi alat dan bahan yang tidak terdapat di sekolah.
7	Beberapa langkah eksperimen memerlukan waktu yang relatif lama	Siswa dipandu dalam melakukan beberapa langkah untuk mendapatkan data.

Data pada Tabel 4.17 tampak bahwa terdapat beberapa kendala pada saat diterapkan model PFBKPS, terutama disebabkan oleh rendahnya keterampilan awal proses sains siswa dalam melakukan proses sains. Siswa memiliki keterampilan proses sains awal rendah oleh karena guru jarang mengajarkannya terutama merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, merumuskan definisi operasional variabel, prosedur percobaan, membuat tabel, membuat grafik, menginterpretasi grafik, menganalisis, menginferensi, dan membuat kesimpulan. Hal ini didasarkan pada data respon siswa yang ditunjukkan pada Tabel 4.42 dan Tabel 4.43 yang mendeskripsikan bahwa keterampilan proses sains merupakan hal baru bagi sebagian besar siswa.

Selain itu, hasil *pretest* sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22 menunjukkan bahwa keterampilan proses sains sebelum diterapkan model PFBKPS termasuk rendah. Rendahnya keterampilan proses sains sejalan dengan hasil penelitian lain yang menunjukkan keterampilan proses sains siswa belum optimal (Haryono, 2006; Sohibin, et al., 2009; Widayanto, 2009; Khaeruddin, et al, 2011; Triwiyono, 2011). Hasil ini juga diperkuat dari hasil wawancara peneliti dengan siswa di mana siswa mengatakan bahwa LKS yang diberikan selama ini adalah LKS yang berorientasi kepada kognitif produk

dan baru kali ini diberikan LKS yang berorientasi pada keterampilan proses sains. Proses pembelajaran masih didominasi pembelajaran berorientasi pada kognitif produk. Selain itu, hasil wawancara guru dengan peneliti, guru mengatakan bahwa jarang melaksanakan kegiatan eksperimen oleh karena keterbatasan peralatan laboratorium.

Beberapa langkah dilakukan oleh guru sebagai alternatif solusi terhadap rendahnya keterampilan awal siswa melakukan keterampilan proses sains. LKS serta *software* laboratorium diberikan beberapa hari sebelum pelaksanaan mereka diberi kesempatan untuk mencobanya sendiri. Selain itu, siswa dipandu dalam melakukan beberapa langkah untuk mendapatkan data pada langkah eksperimen memerlukan waktu yang relatif lama.

2. Keefektifan

a. Hasil Tes Keterampilan Proses Sains

Hasil tes keterampilan proses sains diperoleh berdasarkan nilai tes. Hasil analisis nilai tes keterampilan proses sains pada uji coba terbatas ditunjukkan pada Tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18
Hasil Tes Keterampilan Proses Sains Uji Coba Terbatas

Indikator	No. Butir	Skor	Ketuntasan
Merumuskan hipotesis	1	23,08	Tidak Tuntas
Mengidentifikasi variabel	2	10,00	Tidak Tuntas
Merumuskan definisi operasional variabel	3	0,00	Tidak Tuntas
Membuat tabel	4	12,31	Tidak Tuntas
Membuat grafik	5	1,54	Tidak Tuntas
Menginterpretasi grafik	6	30,77	Tidak Tuntas
Menganalisis	7	23,08	Tidak Tuntas
Menginferensi	8	15,00	Tidak Tuntas
Membuat kesimpulan	9	29,62	Tidak Tuntas
Rata-rata		13,22	

Skor maximum setiap butir = 100

Data pada Tabel 4.18 tampak bahwa keterampilan proses sains siswa sangat rendah, yaitu sebesar 13,22 dari skor 100 yang mungkin diperoleh siswa.

Penyebabnya adalah keterampilan siswa masih rendah dalam merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, merumuskan definisi operasional variabel, membuat tabel, membuat grafik, menginterpretasi grafik, menganalisis, menginferensi, dan membuat kesimpulan. Semua komponen keterampilan proses sains tidak ada yang tuntas, bahkan tidak ada siswa yang mengetahui cara merumuskan definisi operasional variabel. Rendahnya keterampilan proses sains siswa oleh karena dalam uji coba terbatas, LKS yang digunakan belum memaksimalkan keterampilan proses sains. Hasil analisis tes berdasarkan pelaksanaan uji coba terbatas (Tabel 4.18), maka dilakukan beberapa perbaikan terutama LKS dan tes keterampilan proses sains. Uraian perbaikan perangkat pembelajaran terdapat pada bagian B tentang validitas model dan perangkat pendukungnya Bab IV halaman 125-126. Tes yang telah diperbaiki selanjutnya diuji coba luas. Data skor hasil tes keterampilan proses sains uji coba luas terdapat Lampiran 5. Hasil analisis hasil tes keterampilan proses sains siswa dapat dilihat Tabel 4.19, 4.20, 4.21, dan 4.22.

Tabel 4.19
Hasil *Pretest-Posttest* Keterampilan Proses Sains Materi Gerak Lurus
Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar

Indikator	No. Butir	Skor		Ketuntasan
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	
Merumuskan masalah	1	34,03	73,61	Tidak Tuntas
Merumuskan hipotesis	2	25,00	75,69	Tuntas
Mengidentifikasi variabel	3	32,64	79,17	Tuntas
Merumuskan definisi operasional variabel	4	36,11	59,03	Tidak Tuntas
Prosedur percobaan	5	34,03	78,47	Tuntas
Membuat tabel	6	33,33	78,47	Tuntas
Membuat grafik	7	36,81	68,06	Tidak Tuntas
Menginterpretasi grafik	8	40,97	76,39	Tuntas
Menganalisis	9	40,97	70,14	Tidak Tuntas
Menginferensi	10	32,64	72,92	Tidak Tuntas
Membuat kesimpulan	11	47,92	77,78	Tuntas
Rata-rata		35,16	73,48	

Skor maximum setiap butir = 100

Tabel 4.20
Hasil *Pretest-Posttest* Keterampilan Proses Sains Materi Gerak Lurus
Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar

Indikator	No. Butir	Skor		Ketuntasan
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	
Merumuskan masalah	1	41,22	79,05	Tuntas
Merumuskan hipotesis	2	35,81	83,11	Tuntas
Mengidentifikasi variabel	3	46,62	91,22	Tuntas
Merumuskan definisi operasional variabel	4	37,84	62,84	Tidak Tuntas
Prosedur percobaan	5	42,57	88,51	Tuntas
Membuat tabel	6	45,27	92,57	Tuntas
Membuat grafik	7	47,97	85,14	Tuntas
Menginterpretasi grafik	8	50,68	81,76	Tuntas
Menganalisis	9	40,54	83,78	Tuntas
Menginferensi	10	40,54	76,35	Tuntas
Membuat kesimpulan	11	48,65	76,35	Tuntas
Rata-rata		43,43	81,88	

Skor maximum setiap butir = 100

Tabel 4.21
Hasil *Pretest-Posttest* Keterampilan Proses Sains Materi Hukum Newton
Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar

Indikator	No. Butir	Skor		Ketuntasan
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	
Merumuskan masalah	1	50,69	88,19	Tuntas
Merumuskan hipotesis	2	47,22	88,89	Tuntas
Mengidentifikasi variabel	3	62,50	88,89	Tuntas
Merumuskan definisi operasional variabel	4	34,72	86,81	Tuntas
Prosedur percobaan	5	52,08	88,19	Tuntas
Membuat tabel	6	68,75	87,50	Tuntas
Membuat grafik	7	34,72	79,17	Tuntas
Menginterpretasi grafik	8	47,92	87,50	Tuntas
Menganalisis	9	68,75	86,81	Tuntas
Menginferensi	10	35,42	71,53	Tidak Tuntas
Membuat kesimpulan	11	37,50	88,89	Tuntas
Rata-rata		49,12	85,67	

Skor maximum setiap butir = 100

Tabel 4.22
 Hasil *Pretest-Posttest* Keterampilan Proses Sains Materi Hukum Newton
 Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar

Indikator	No. Butir	Skor		Ketuntasan
		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	
Merumuskan masalah	1	58,78	93,92	Tuntas
Merumuskan hipotesis	2	60,81	99,32	Tuntas
Mengidentifikasi variabel	3	79,05	100,00	Tuntas
Merumuskan definisi operasional variabel	4	44,59	69,59	Tidak Tuntas
Prosedur percobaan	5	65,54	99,32	Tuntas
Membuat tabel	6	85,81	99,32	Tuntas
Membuat grafik	7	44,59	88,51	Tuntas
Menginterpretasi grafik	8	82,43	97,30	Tuntas
Menganalisis	9	58,78	93,24	Tuntas
Menginferensi	10	41,89	75,00	Tuntas
Membuat kesimpulan	11	45,95	87,16	Tuntas
Rata-rata		60,75	91,15	

Skor maximum setiap butir = 100

Tabel 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22 tampak bahwa keterampilan proses sains awal siswa sebelum dilaksanakan pembelajaran masih di bawah skor 70 dan termasuk kategori belum tuntas. Artinya siswa belum optimal memiliki keterampilan proses sains dalam merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, merumuskan definisi operasional variabel, prosedur percobaan, membuat tabel, membuat grafik, menginterpretasi grafik, menganalisis, menginferensi, dan membuat kesimpulan, tetapi rata-rata *pretest* keterampilan proses sains materi gerak lurus di SMAN 9 Makassar sebesar 34,72 meningkat menjadi 73,48 pada *posttest* dengan N-gain sebesar 0,59 dan termasuk dalam kategori sedang. Rata-rata *pretest* keterampilan proses sains materi hukum Newton sebesar 49,12 meningkat menjadi 85,67 pada *posttest* dengan N-gain sebesar 0,72 dan termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan rata-rata *pretest* keterampilan proses sains materi gerak lurus di SMAN 10 Makassar sebesar 34,72 meningkat menjadi 73,48 pada *posttest* dengan N-gain sebesar 0,59 dan termasuk

dalam kategori sedang. Rata-rata *pretest* keterampilan proses sains materi hukum Newton sebesar 64,93 meningkat menjadi 91,15 pada *posttest* dengan N-gain sebesar 0,82 dan termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan analisis uji-t satu pihak melalui program SPSS menunjukkan bahwa rata-rata nilai dari *pretest* ke *posttest* meningkat secara signifikan seperti yang ditunjukkan Tabel 4.23 berikut.

Tabel 4.23
Hasil Analisis *Pretest-Posttest*
Keterampilan Proses Sains (KPS) pada Uji Coba Luas

	Materi	KELAS X SMAN 9 Makassar	Keterangan	KELAS X SMAN 10 Makassar	Keterangan
		Sig.		Sig.	
Uji-t satu pihak	KPS materi Gerak Lurus	0,000	Ho ditolak	0,000	Ho ditolak
	KPS materi Hukum Newton	0,000	Ho ditolak	0,000	Ho ditolak

Keterangan: Ho ditolak oleh karena $\text{sig.}/2 < \alpha$ ($\alpha=0,05$), artinya secara signifikan hasil *posttest* lebih tinggi daripada hasil *pretest*.

Secara umum terjadi peningkatan, namun berdasarkan hasil analisis data keterampilan proses sains pada Lampiran 5, terdapat dua orang siswa yang memperoleh skor rendah, yaitu kurang dari skor 16.00 pada *posttest* materi gerak lurus. Rendahnya kedua siswa tersebut disebabkan oleh karena jarang masuk belajar sehingga mereka memiliki sedikit waktu untuk berlatih keterampilan proses sains. Nur (1998) mengemukakan bahwa untuk mengembangkan aspek kognitif keterampilan siswa termasuk keterampilan proses sains bukan pekerjaan mudah, dibutuhkan waktu yang lama untuk membina dan mengembangkan keterampilan (Nur, 1998). Jadi siswa harus lebih banyak melibatkan dengan objek-objek konkrit, siswa aktif berbuat dan bertindak sebagai ilmuwan. Dengan demikian, siswa akan terbiasa dan terlatih serta memiliki pengalaman langsung. Hal ini sesuai dengan data yang ditunjukkan pada Tabel 4.18, 4.19, 4.20, 4.21,

4.22, setelah diajar dengan model PFBKPS skor keterampilan proses sains secara umum mengalami peningkatan walaupun materi yang berbeda. Buktinya adalah *pretest* keterampilan proses sains materi hukum Newton lebih tinggi daripada *pretest* keterampilan proses sains materi gerak lurus. Hal ini disebabkan oleh karena sebelum dilaksanakan *pretest* keterampilan proses sains materi Hukum Newton, siswa telah memiliki pengalaman belajar keterampilan proses sains melalui materi gerak lurus selama 3 kali pertemuan.

Tabel 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22 juga menunjukkan bahwa tidak semua komponen keterampilan proses sains mengalami peningkatan, tetapi terdapat komponen keterampilan proses sains tidak mengalami peningkatan *pretest*, yaitu keterampilan merumuskan definisi operasional variabel, membuat grafik dan membuat kesimpulan. Padahal sebelum dilaksanakan *pretest* keterampilan proses sains materi hukum Newton, siswa telah memiliki pengalaman belajar keterampilan proses sains melalui materi gerak lurus selama 3 kali pertemuan. Rendahnya ketiga komponen tersebut diduga oleh karena memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi dibandingkan dengan komponen lainnya, contohnya komponen definisi operasional variabel, tidak semua rujukan yang digunakan dalam sebuah variabel penyelidikan sesuai dengan konteks. Definisi operasional variabel bersifat unik dalam situasi definisi tersebut harus digunakan. Jadi menyusun definisi operasional variabel bersifat kondisional. Begitu juga, komponen membuat grafik dan membuat kesimpulan bersifat kondisional. Dengan demikian, agar memiliki keterampilan tersebut dibutuhkan waktu yang lebih lama.

b. Hasil Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Nilai tes keterampilan berpikir kritis diperoleh berdasarkan hasil tes essay yang diperoleh sebelum pembelajaran (*pretest*) dan setelah proses pembelajaran (*posttest*). Hasil analisis nilai keterampilan berpikir kritis berdasarkan hasil uji coba terbatas ditunjukkan pada Tabel 4.24 berikut.

Tabel 4.24
Hasil *Pretest-Posttest* Keterampilan Berpikir Kritis Uji Coba Terbatas

Materi	Indikator	Skor <i>pretest</i>	Skor <i>posttest</i>	Ketuntasan
Gerak Lurus	Interpretasi	34,00	74,00	Tidak Tuntas
	Inferensi	7,44	43,00	Tidak Tuntas
	Analisis	4,11	47,67	Tidak Tuntas
	Rata-rata	15,18	54,89	
Hukum Newton	Interpretasi	17,84	74,33	Tidak Tuntas
	Inferensi	24,33	79,50	Tuntas
	Analisis	19,22	73,44	Tidak Tuntas
	Rata-rata	20,46	75,76	

Skor maximum setiap butir = 100

Tabel 4.24 tampak bahwa keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dilakukan pembelajaran masih sangat rendah. Hasil wawancara dengan siswa pada uji coba terbatas, siswa menyatakan bahwa merasa baru mengerjakan tes seperti itu. Mereka hanya terbiasa mengerjakan tes berupa hafalan. Hal ini dibuktikan hasil *preliminary study* terhadap 31 guru yang tersebar pada enam SMA di kota Makassar melalui analisis dokumen perangkat pembelajarannya, tes yang digunakan guru belum merangsang berkembangnya keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa (Khaeruddin, 2013b).

Implementasi model PFBKPS dapat mengoptimalkan keterampilan proses sains sehingga meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil tes keterampilan berpikir kritis pada uji coba terbatas menunjukkan adanya peningkatan rata-rata nilai dari *pretest* ke *posttest* sebagaimana ditunjukkan

Tabel 4.24. Rata-rata nilai *pretest* pada materi gerak lurus pada uji coba terbatas adalah sebesar 15,18 meningkat menjadi 58,89 pada *posttest*. Rata-rata nilai *pretest* pada materi hukum Newton pada uji coba terbatas adalah sebesar 20,46 meningkat menjadi 75,76 pada *posttest*.

Data hasil tes keterampilan berpikir kritis pada uji coba terbatas kurang lebih sama dengan data hasil tes keterampilan berpikir kritis pada uji coba luas. Nilai tes keterampilan berpikir kritis uji coba luas diperoleh berdasarkan hasil tes *essay* yang diperoleh sebelum pembelajaran (*pretest*) dan setelah proses pembelajaran (*posttest*). Hasil analisis nilai keterampilan berpikir kritis berdasarkan hasil uji coba luas ditunjukkan pada Tabel 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, berikut.

Tabel 4.25
Hasil *Pretest-Posttest* Keterampilan Berpikir Kritis
Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar

Indikator	Skor <i>pretest</i>	Skor <i>posttest</i>	Ketuntasan
Interpretasi	33,68	71,53	Tidak Tuntas
Inferensi	36,74	65,97	Tidak Tuntas
Analisis	31,94	71,53	Tidak Tuntas
Rata-rata	34,12	69,68	

Skor maximum setiap butir = 100

Tabel 4.26
Hasil *Pretest-Posttest* Keterampilan Berpikir Kritis
Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar

Indikator	Skor <i>pretest</i>	Skor <i>posttest</i>	Ketuntasan
Interpretasi	46,96	87,16	Tuntas
Inferensi	37,36	75,68	Tuntas
Analisis	49,32	91,22	Tuntas
Rata-rata	44,55	84,68	

Skor maximum setiap butir = 100

Tabel 4.27
Hasil *Pretest-Posttest* Keterampilan Berpikir Kritis
Materi Hukum Newton Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar

Indikator	Skor <i>pretest</i>	Skor <i>posttest</i>	Ketuntasan
Interpretasi	37,15	83,68	Tuntas
Inferensi	34,51	71,18	Tuntas
Analisis	42,36	82,99	Tuntas
Rata-rata	38,01	79,28	

Skor maximum setiap butir = 100

Tabel 4.28
Hasil *Pretest-Posttest* Keterampilan Berpikir Kritis
Materi Gerak Lurus Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar

Indikator	Skor <i>pretest</i>	Skor <i>posttest</i>	Ketuntasan
Interpretasi	63,18	87,84	Tuntas
Inferensi	50,72	87,42	Tuntas
Analisis	61,82	90,20	Tuntas
Rata-rata	58,57	88,49	

Skor maximum setiap butir = 100

Hasil tes keterampilan berpikir kritis pada Tabel 4.25, 4.26 4.27, 4.28 menunjukkan adanya peningkatan rata-rata nilai dari *pretest* ke *posttest*. Analisis uji-t satu pihak melalui program SPSS menunjukkan bahwa rata-rata nilai dari *pretest* ke *posttest* meningkat secara signifikan seperti yang ditunjukkan Tabel 4.29 berikut.

Tabel 4.29
Hasil Analisis *Pretest-Posttest*
Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) pada Uji Coba Luas

Materi		KELAS X SMAN 9 Makassar Sig.	Keterangan	KELAS X SMAN 10 Makassar Sig.	Keterangan
Uji-t satu pihak	KBK materi Gerak Lurus	0,000	Ho ditolak	0,000	Ho ditolak
	KBK materi Hukum Newton	0,000	Ho ditolak	0,000	Ho ditolak

Keterangan: Ho ditolak oleh karena $\text{sig.}/2 < \alpha$ ($\alpha=0,05$), artinya secara signifikan hasil *posttest* lebih tinggi daripada hasil *pretest*.

Rata-rata nilai *pretest* pada materi gerak lurus pada uji coba luas di SMAN 9 Makassar adalah sebesar 34,12 meningkat menjadi 69,68 pada *posttest*. Rata-rata nilai *pretest* pada materi hukum Newton pada uji coba luas adalah sebesar 38,01 meningkat menjadi 79,28 pada *posttest*, sedangkan rata-rata nilai *pretest* pada materi gerak lurus pada uji coba luas di SMAN 10 Makassar adalah sebesar 44,55 meningkat menjadi 84,68 pada *posttest*. Rata-rata nilai *pretest* pada materi Hukum Newton pada uji coba luas adalah sebesar 58,57 meningkat menjadi 88,49 pada *posttest*. Implementasi model PFBKPS dalam pembelajaran di SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar memberikan dampak terhadap peningkatan rata-rata skor keterampilan berpikir kritis sehingga pada materi gerak lurus mencapai butir tes 4 dan 5 mencapai ketuntasan pada *posttest*, pada *pretest* tak satu pun *butir tes* yang mencapai ketuntasan. Begitu pun, pada materi Hukum Newton, implementasi model PFBKPS dalam pembelajaran memberikan dampak terhadap peningkatan rata-rata skor sehingga mencapai butir tes 1,3, 4,5 dan 6 mencapai ketuntasan pada *posttest*, di mana pada *pretest* tak satu pun *butir tes* yang mencapai ketuntasan.

Secara umum terjadi peningkatan, namun berdasarkan hasil analisis data keterampilan proses sains pada Lampiran 5, terdapat dua orang siswa yang memperoleh skor rendah, yaitu kurang dari skor 49.00 pada *posttest* materi gerak lurus. Kedua orang siswa tersebut sama dengan siswa yang memperoleh skor yang rendah pada keterampilan proses sains. Rendahnya keterampilan berpikir kritis kedua siswa disebabkan oleh karena jarang masuk belajar sehingga mereka memiliki sedikit waktu untuk berlatih keterampilan berpikir kritis. Siswa tersebut

memiliki sedikit kesempatan latihan belajar berpikir kritis. Padahal Perkins, J., & Tishman (1993), Halpern (1995), Samani, M. (2006), menyatakan bahwa belajar berpikir kritis memerlukan banyak latihan dan keterampilan berpikir kritis harus dijadikan sebagai **“budaya berpikir.”** Keterampilan berpikir kritis harus diajarkan secara kontinu (Drost, S.J., 1998: h.169). Pola peningkatan skor keterampilan berpikir kritis sama dengan pola peningkatan skor keterampilan proses sains setelah diajar dengan model PFBKPS, skor keterampilan berpikir kritis secara umum mengalami peningkatan walaupun materi yang berbeda. Buktinya adalah Tabel 4.25 menunjukkan *pretest* keterampilan berpikir kritis materi Hukum Newton lebih tinggi daripada *pretest* keterampilan proses sains materi gerak lurus. Hal ini disebabkan oleh karena sebelum dilaksanakan *pretest* keterampilan berpikir materi Hukum Newton, siswa telah memiliki pengalaman belajar keterampilan berpikir kritis melalui proses pembelajaran yang dilaksanakan oleh gurunya selama tiga kali pertemuan. Data ini juga terjadi secara konsisten di SMAN 10 Makassar pada Tabel 4.27, siswa telah memiliki pengalaman belajar keterampilan berpikir kritis melalui proses pembelajaran yang dilaksanakan oleh gurunya selama tiga kali pertemuan.

Pola data yang ditunjukkan Tabel 4.25, 4.26, 4.27, 4.28 diduga terdapat hubungan antara keterampilan berpikir kritis dengan keterampilan proses sains. Oleh karena diduga terdapat hubungan Keterampilan Proses Sains (KPS) dengan Keterampilan Berpikir Kritis (KBK), maka selanjutnya dianalisis korelasi dengan menggunakan program SPSS (*Statistical Package for Social Science*). Hasil analisis korelasi antara KPS dengan KBK materi gerak lurus ditunjukkan pada

Tabel 4.30, sedangkan hasil analisis determinasi antara KPS dengan KBK materi Hukum Newton ditunjukkan pada Tabel 4. 30.

Tabe 4.30
Analisis Regresi Linier Keterampilan Proses Sains (KPS)
dengan Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) pada Uji Coba Luas

Materi	KELAS X SMAN 9 Makassar		KELAS X SMAN 10 Makassar	
	KPS-KBK Gerak Lurus	KPS-KBK materi Hukum Newton	KPS-KBK Gerak Lurus	KPS-KBK materi Hukum Newton
<i>Pearson Correlation</i>	0,114	0,676	0,155	0,338
<i>R Square</i>	0,114 ^a	0,456 ^a	0,024 ^a	0,114 ^a
<i>Regression</i>	0,509 ^a	0,000 ^a	0,360 ^a	0,041 ^a
<i>Coefficient</i>	Model	B	B	B
	(Constant/ KD)	0,333	0,324	0,213
	KPS	0,090	0,190	0,190

Tabel 4.30 menunjukkan terdapat korelasi signifikan antara: (a) *n-gain* KPS dengan *n-gain* KBK materi gerak lurus di SMAN 9 Makassar, (b) *n-gain* KPS dengan *n-gain* KBK materi Hukum Newton di SMAN 9 Makassar, (c) *n-gain* KPS dengan *n-gain* KBK materi gerak lurus di SMAN 10 Makassar, (d) *n-gain* KPS dengan *n-gain* KBK materi Hukum Newton di SMAN 10 Makassar. Koefisien determinasi (*R Square*) pada: (a) Uji coba luas di kelas X SMAN 9 Makassar materi gerak lurus sebesar 0,114, artinya 11,4% variabel *n-gain* KBK dipengaruhi oleh *n-gain* KPS, sisanya dipengaruhi variabel lain; (b) Uji coba luas di kelas X SMAN 9 Makassar materi Hukum Newton sebesar 0,456, artinya 45,6% variabel *n-gain* KBK dipengaruhi oleh *n-gain* KPS, sisanya dipengaruhi variabel lain; (c) Uji coba luas di kelas X SMAN 10 Makassar materi gerak lurus sebesar 0,024, artinya 2,4% variabel *n-gain* KBK dipengaruhi oleh *n-gain* KPS, sisanya dipengaruhi variabel lain; (d) Uji coba luas di kelas X SMAN 10 Makassar materi Hukum Newton sebesar 0,114, artinya 11,4% variabel *n-gain*

KBK dipengaruhi oleh *n-gain* KPS, sisanya dipengaruhi variabel lain. *Regression* pada uji coba luas lebih besar dari α ($=0,05$). Model regresi diperoleh nantinya dapat digunakan untuk memprediksi *n-gain* KPS. Model regresi yang diperoleh, yaitu (a) Kelas X SMAN 9 Makassar materi gerak lurus pada ujicoba luas diperoleh model regresi dengan $n\text{-gain KBK} = 0,333 + 0,090 n\text{-gain KPS}$, (b) Kelas X SMAN 9 Makassar materi Hukum Newton pada ujicoba luas diperoleh model regresi dengan $n\text{-gain KBK} = 0,180 + 0,526 n\text{-gain KPS}$, (c) Kelas X SMAN 10 Makassar materi gerak lurus pada ujicoba luas diperoleh model regresi dengan $n\text{-gain KBK} = 0,324 + 0,190 n\text{-gain KPS}$, (d) Kelas X SMAN 9 Makassar materi Hukum Newton pada ujicoba luas diperoleh model regresi dengan $n\text{-gain KBK} = 0,213 + 0,190 n\text{-gain KPS}$.

Hasil analisis di atas pada Tabel 4.30 sesuai dengan pendapat Karamustafaoglu (2011), pengembangan keterampilan proses sains memungkinkan siswa mengkonstruksi dan menyelesaikan masalah serta berpikir kritis. Kemungkinan ini dapat terjadi karena komponen-komponen berpikir kritis sebagian besar merupakan komponen keterampilan proses sains seperti *designing experiments, testing hypotheses, hypothesizing, predicting, inferring, classifying, measuring, observing* (Hassard, 2005, p.332). Dengan demikian, jika keterampilan proses sains siswa berkembang, maka keterampilan berpikir kritis siswa juga berkembang.

c. Pengamatan Afektif

Ranah afektif adalah ranah yang berkaitan dengan sikap dan nilai. Ranah afektif dalam penelitian ini mencakup ketekunan dan tanggungjawab siswa dalam

pembelajaran dengan menggunakan model PFBKPS. Oleh karena itu, untuk melihat perkembangan afektif dilihat dari hasil pengamatan selama pembelajaran berlangsung. Nilai afektif diperoleh berdasarkan hasil pengamatan oleh guru mengenai ketekunan dan tanggungjawab siswa. Data mentah dan hasil analisis nilai afektif siswa untuk pembelajaran materi gerak lurus dan materi Hukum Newton terdapat pada Lampiran 7. Adapun hasil pengamatan afektif siswa dapat dilihat Tabel 4.31 dan 4.32 berikut.

Tabel 4.31
Hasil Pengamatan Afektif SMAN 9 Makassar

Afektif	Pertemuan					
	Materi Gerak Lurus			Materi Hukum Newton		
	I	II	III	IV	V	VI
Tekun	81,94	84,72	89,58	72,22	75,00	87,50
Tanggungjawab	82,64	63,19	88,19	65,97	77,78	86,81

Skor maximum setiap aspek/pertemuan = 100

Tabel 4.32
Hasil Pengamatan Afektif SMAN 10 Makassar

Afektif	Pertemuan					
	Materi Gerak Lurus			Materi Hukum Newton		
	I	II	I	IV	V	VI
Tekun	78,38	83,78	90,54	75,68	80,41	88,51
Tanggungjawab	81,76	83,11	89,19	80,41	82,43	89,19

Skor maximum setiap aspek/pertemuan = 100

Data pada Tabel 4.31 dan 4.32 tampak bahwa nilai afektif siswa pada saat pelaksanaan uji coba luas termasuk kategori baik dan baik sekali. Afektif siswa tergolong baik dalam pembelajaran dengan menggunakan model PFBKPS oleh karena siswa melakukan aktivitas (aspek psikomotorik) yang berhubungan dengan tanggung jawab dan membutuhkan ketekunan melalui kegiatan investigasi. Dengan demikian, setiap pembelajaran berlangsung siswa terbiasa memiliki

kesempatan bertanggungjawab dan tekun melakukan aktivitas dalam rangka meningkatkan keterampilan berpikir kritisnya.

d. Pengamatan Psikomotorik

Ranah psikomotor merupakan ranah yang berkaitan dengan keterampilan (*skill*) atau kemampuan bertindak setelah seseorang menerima pengalaman belajar tertentu. Ranah psikomotor berhubungan dengan aktivitas fisik. Ranah psikomotor sebagai hasil belajar psikomotor ini tampak dalam bentuk keterampilan (*skill*) dan kemampuan bertindak individu. Nilai psikomotorik diperoleh berdasarkan hasil tes psikomotorik melalui pengamatan. Data nilai psikomotorik siswa terdapat pada Lampiran 8. Rata-rata nilai psikomotorik untuk tiap rincian kinerja pada dua materi tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.33 berikut.

Tabel 4.33
Hasil Pengamatan Psikomotorik SMAN 9 Makassar

Materi	Psikomotorik	No. Butir	Skor <i>pretest</i>	Skor <i>posttest</i>	Ketuntasan
Gerak Lurus	Menyiapkan alat dan bahan	1	46,53	70,14	Tidak Tuntas
	Merakit alat dan bahan	2	55,56	77,78	Tuntas
Rata-rata			45,14	73,96	
Hukum Newton (Mengguna kan PhET)	Mengaktifkan media PhET	1	50,69	95,14	Tuntas
	Menggunakan media PhET untuk merakit percobaan Hubungan antara Gaya dengan Percepatan dengan <i>Applied Force</i> 50N	2	43,75	86,11	Tuntas
	Menggunakan media PhET untuk merakit percobaan Hubungan antara Gaya dengan Percepatan dengan <i>Applied Force</i> 100N	3	42,36	86,81	Tuntas
	Menggunakan media PhET untuk merakit percobaan Hubungan antara Gaya dengan Percepatan dengan <i>Applied Force</i> 150N	4	43,75	80,56	Tuntas

Lanjutan Tabel 4.33

Materi	Psikomotorik	No. Butir	Skor <i>pretest</i>	Skor <i>posttest</i>	Ketuntasan
	Menggunakan media PhET untuk merakit percobaan Hubungan antara Gaya dengan Percepatan dengan <i>Applied Force</i> 200N	5	43,75	90,97	Tuntas
	Menunjukkan pergerakan benda yang dipasang pada rel	6	45,14	86,11	Tuntas
	Mematikan dan merapikan peralatan	7	53,47	94,44	Tuntas
Rata-rata			46,13	88,59	

Skor maximum setiap butir = 100

Tabel 4.34
Hasil Pengamatan Psikomotorik SMAN 10 Makassar

Materi	Psikomotorik	No. Butir	Skor <i>pretest</i>	Skor <i>posttest</i>	Ketuntasan
Gerak Lurus	Menyiapkan alat dan bahan	1	43,75	72,92	Tidak Tuntas
	Merakit alat dan bahan	2	50,00	75,69	Tuntas
	Rata-rata		40,97	74,31	
Hukum Newton (Mengguna kan PhET)	Mengaktifkan media PhET	1	52,78	96,53	Tuntas
	Menggunakan media PhET untuk merakit percobaan Hubungan antara Gaya dengan Percepatan dengan <i>Applied Force</i> 50N	2	48,61	91,67	Tuntas
	Menggunakan media PhET untuk merakit percobaan Hubungan antara Gaya dengan Percepatan dengan <i>Applied Force</i> 100N	3	48,61	92,36	Tuntas
	Menggunakan media PhET untuk merakit percobaan Hubungan antara Gaya dengan Percepatan dengan <i>Applied Force</i> 150N	4	49,31	87,50	Tuntas
	Menggunakan media PhET untuk merakit percobaan Hubungan antara Gaya dengan Percepatan dengan <i>Applied Force</i> 200N	5	49,31	95,83	Tuntas

Lanjutan Tabel 4.34

Materi	Psikomotorik	No. Butir	Skor <i>pretest</i>	Skor <i>posttest</i>	Ketuntasan
	Menunjukkan pergerakan benda yang dipasang pada rel	6	50,69	90,97	Tuntas
	Mematikan dan merapikan peralatan	7	59,03	99,31	Tuntas
Rata-rata			51,19	93,45	

Skor maximum setiap butir = 100

Data pada Tabel 4.33 dan 4.34 tampak bahwa skor psikomotorik siswa sebelum dilaksanakan pembelajaran masih di bawah skor 50.00 dan termasuk kategori rendah. Siswa memiliki psikomotorik yang rendah dalam menyiapkan alat dan bahan serta merakit alat dan bahan. Rendahnya skor psikomotorik siswa pada *pretest* oleh karena siswa jarang melakukan eksperimen dan kalau pun mereka melakukan eksperimen alat dan bahannya telah disiapkan oleh gurunya sehingga siswa tidak memiliki kesempatan untuk menyiapkan sendiri alat dan bahan yang digunakan. Di samping itu, keterbatasan alat dan bahan yang dimiliki sekolah sehingga pada saat merakit alat dan bahan tidak semua siswa melakukannya. Padahal Menurut Nur (1998), untuk mengembangkan aspek kognitif keterampilan siswa termasuk keterampilan proses sains bukan pekerjaan mudah, dibutuhkan waktu yang lama untuk membina dan mengembangkan keterampilan (Nur, 1998). Pernyataan Nur terbukti, setelah dilakukan pembelajaran dengan menggunakan model PFBKPS di mana siswa lebih banyak melibatkan dengan objek-objek konkrit, siswa aktif berbuat dan bertindak dalam hal menyiapkan dan merakit alat dan bahan sehingga siswa terbiasa dan terlatih serta memiliki pengalaman langsung sehingga skor psikomotorik siswa mengalami peningkatan hingga mencapai skor 73,96 pada *posttest*.

Materi Hukum Newton tampak bahwa skor psikomotorik siswa sebelum dilaksanakan pembelajaran masih di bawah skor 50,00 dan termasuk kategori rendah. Siswa memiliki psikomotorik yang rendah dalam hal menggunakan program PhET. Rendahnya skor psikomotorik siswa pada *pretest* oleh karena siswa hanya diberi dua kali pelatihan sebelum pembelajaran dilaksanakan sehingga skor pretest siswa memperoleh sebesar 46,13 yang sebelumnya siswa tidak pernah menggunakan PhET. Pembelajaran dengan menggunakan model PFBKPS, skor psikomotorik siswa mengalami peningkatan hingga mencapai skor 88,59 pada *posttest*.

Simulasi program PhET yang digunakan pada uji coba luas sebagai alternatif solusi atas keterbatasan alat dan bahan yang dimiliki laboratorium sekolah. Selain itu, PhET digunakan untuk membantu siswa memahami konsep visual, simulasi PhET menganimasikan besaran-besaran dengan menggunakan grafis dan kontrol intuitif seperti klik dan tarik, penggaris dan tombol serta lebih mendorong eksplorasi kuantitatif, simulasi juga menyediakan instrumen pengukuran seperti speedometer, stopwatch, gaya dan gaya gesek. Pada saat alat-alat ukur digunakan secara interaktif, hasil pengukuran akan langsung ditampilkan atau dianimasikan, sehingga secara efektif akan menggambarkan hubungan sebab-akibat dan representasi terkait dari sejumlah parameter percobaan (seperti gerak benda, grafik, tampilan angka dan sebagainya). Noah, et al (2006, p.49) berpendapat bahwa “*The Physics Education Technology (PhET) sims use dynamic graphics to explicitly animate the visual and conceptual models used by expert physicists.*” Noah, et al (2006) menjelaskan bahwa simulasi PhET menggunakan grafis dengan

visual animasi dan model konsep yang digunakan oleh fisikawan ahli. Menurut Janice & Barnett (2013) *“In order to master abstract scientific concepts, students need to be able to build flexible and testable mental models”*. Dalam rangka penguasaan konsep-konsep ilmiah yang bersifat abstrak, siswa perlu membangun model yang *flexible* dan dapat diuji. Menurut McKagan, et al (2008, p.1) *“This interaction appears to be particularly efective for helping students construct understanding and intuition for abstract and unfamiliar quantum phenomena.”* Simulasi program *PhET* sangat efektif membantu siswa dalam membangun pemahaman dan intuisi untuk fenomena yang bersifat abstrak. Hal ini sesuai dengan data yang ditunjukkan pada Tabel 4.38 dan Tabel 4.39 di mana 100% siswa mengatakan program PhET memudahkan dan menarik dalam mempelajari fisika serta data keaktifan siswa melakukan aktivitas dengan menggunakan PhET pada Tabel 4.39 dan Tabel 4.41.

e. Aktivitas Siswa dalam Proses Pembelajaran di Kelas

Aktivitas siswa menggambarkan kegiatan yang dilaksanakan oleh setiap siswa selama pembelajaran berlangsung. Aktivitas yang diamati disesuaikan dengan langkah-langkah pembelajaran yang telah direncanakan dalam RPP. Komponen aktivitas siswa yang diamati meliputi: 1) mendengarkan penjelasan guru meliputi tujuan pembelajaran, overview; 2) berada dalam kelompok belajar dan mendapatkan masing-masing satu LKS; 3) mendengarkan petunjuk pelaksanaan percobaan berdasarkan LKS yang telah dibagikan; 4) melaksanakan percobaan sesuai dengan LKS secara berkelompok; 5) merumuskan masalah berdasarkan LKS; 6) merumuskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah; 7) mengidentifikasi variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol

berdasarkan hipotesis; 8) merumuskan definisi operasional variabel manipulasi dan variabel respon; 9) membuat tabel berdasarkan data hasil percobaan; 10) membuat grafik berdasarkan tabel; 11) menganalisis, menginterpretasi grafik, serta menginferensi grafik; 12) mendiskusikan dan mempresentasikan hasil percobaan; 13) membaca buku; 14) menarik kesimpulan mengenai materi yang telah dipelajari.

Aktivitas siswa pada setiap pertemuan selama uji coba luas dengan mengimplementasikan model PFBKPS diamati oleh dua orang observer menggunakan lembar pengamatan. Pembelajaran materi gerak lurus dan Hukum Newton masing-masing dilakukan selama 3 kali pertemuan. Data aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung terdapat pada Lampiran 4. Hasil pengamatan aktivitas siswa selama proses pembelajaran berlangsung seperti Tabel 4.35, 4.36, 4.37, 4.38 berikut.

Tabel 4.35
Aktivitas Siswa dalam Proses Pembelajaran di Kelas Materi Gerak Lurus
Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar

No.	Aktivitas	Persentase Siswa		
		Pertemuan I	Pertemuan II	Pertemuan III
1.	Siswa mendengarkan penjelasan guru meliputi tujuan pembelajaran, overview.	83,33	100,00	100,00
2.	Siswa berada dalam kelompok belajar dan mendapatkan masing-masing satu LKS.	100,00	100,00	100,00
3.	Siswa mendengarkan petunjuk pelaksanaan percobaan berdasarkan LKS yang telah dibagikan.	91,67	83,33	100,00
4.	Siswa melaksanakan percobaan sesuai dengan LKS secara berkelompok.	100,00	100,00	100,00

Lanjutan Tabel 4.35

No.	Aktivitas	Persentase Siswa		
		Pertemuan I	Pertemuan II	Pertemuan III
5.	Siswa merumuskan masalah berdasarkan LKS.	83,33	91,67	100,00
6.	Siswa merumuskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah.	91,67	91,67	100,00
7.	Siswa mengidentifikasi variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol berdasarkan hipotesis.	91,67	91,67	100,00
8.	Siswa merumuskan definisi operasional variabel manipulasi dan variabel respon.	83,33	91,67	91,67
9.	Siswa membuat tabel berdasarkan data hasil percobaan.	100,00	100,00	100,00
10.	Siswa membuat grafik berdasarkan tabel.	83,33	91,67	83,33
11.	Siswa menganalisis, menginterpretasi grafik, serta menginferensi grafik.	83,33	91,67	100,00
12.	Siswa mendiskusikan dan mempresentasikan hasil percobaan.	91,67	91,67	100,00
13.	Siswa membaca buku.	100,00	100,00	100,00
14.	Siswa menarik kesimpulan mengenai materi yang telah dipelajari.	91,67	100,00	100,00

Tabel 4.36
 Aktivitas Siswa dalam Proses Pembelajaran di Kelas Materi Hukum Newton
 Uji Coba Luas SMAN 9 Makassar

No.	Aktivitas	Persentase Siswa		
		Pertemuan IV	Pertemuan V	Pertemuan VI
1.	Siswa mendengarkan penjelasan guru meliputi tujuan pembelajaran, overview.	100,00	100,00	100,00
2.	Siswa berada dalam kelompok belajar dan mendapatkan masing-masing satu LKS.	91,67	100,00	100,00
3.	Siswa mendengarkan petunjuk pelaksanaan percobaan berdasarkan LKS yang telah dibagikan.	83,33	100,00	100,00

Lanjutan Tabel 4.36

No.	Aktivitas	Persentase Siswa		
		Pertemuan IV	Pertemuan V	Pertemuan VI
4.	Siswa melaksanakan percobaan sesuai dengan LKS secara berkelompok.	91,67	91,67	100,00
5.	Siswa merumuskan masalah berdasarkan LKS.	91,67	83,33	100,00
6.	Siswa merumuskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah.	100,00	91,67	100,00
7.	Siswa mengidentifikasi variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol berdasarkan hipotesis.	83,33	91,67	100,00
8.	Siswa merumuskan definisi operasional variabel manipulasi dan variabel respon.	100,00	100,00	91,67
9.	Siswa membuat tabel berdasarkan data hasil percobaan.	100,00	100,00	100,00
10.	Siswa membuat grafik berdasarkan tabel	91,67	100,00	91,67
11.	Siswa menganalisis, menginterpretasi grafik, serta menginferensi grafik.	91,67	100,00	100,00
12.	Siswa mendiskusikan dan mempresentasikan hasil percobaan.	91,67	100,00	100,00
13.	Siswa membaca buku.	91,67	100,00	100,00
14.	Siswa menarik kesimpulan mengenai materi yang telah dipelajari.	100,00	100,00	100,00

Tabel 4.37
 Aktivitas Siswa dalam Proses Pembelajaran di Kelas Materi Gerak Lurus
 Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar

No.	Aktivitas	Persentase Siswa		
		Pertemuan I	Pertemuan II	Pertemuan III
1.	Siswa mendengarkan penjelasan guru meliputi tujuan pembelajaran, overview.	83,33	100,00	100,00
2.	Siswa berada dalam kelompok belajar dan mendapatkan masing-masing satu LKS.	91,67	91,67	91,67

Lanjutan Tabel 4.37

No.	Aktivitas	Persentase Siswa		
		Pertemuan I	Pertemuan II	Pertemuan III
3.	Siswa mendengarkan petunjuk pelaksanaan percobaan berdasarkan LKS yang telah dibagikan.	100,00	91,67	100,00
4.	Siswa melaksanakan percobaan sesuai dengan LKS secara berkelompok.	91,67	91,67	91,67
5.	Siswa merumuskan masalah berdasarkan LKS.	100,00	83,33	100,00
6.	Siswa merumuskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah.	91,67	91,67	91,67
7.	Siswa mengidentifikasi variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol berdasarkan hipotesis.	83,33	91,67	100,00
8.	Siswa merumuskan definisi operasional variabel manipulasi dan variabel respon.	83,33	91,67	91,67
9.	Siswa membuat tabel berdasarkan data hasil percobaan.	91,67	100,00	100,00
10.	Siswa membuat grafik berdasarkan tabel.	91,67	91,67	91,67
11.	Siswa menganalisis, menginterpretasi grafik, serta menginferensi grafik.	91,67	91,67	100,00
12.	Siswa mendiskusikan dan mempresentasikan hasil percobaan.	91,67	91,67	100,00
13.	Siswa membaca buku.	100,00	100,00	91,67
14.	Siswa menarik kesimpulan mengenai materi yang telah dipelajari.	91,67	91,67	100,00

Tabel 4.38
 Aktivitas Siswa dalam Proses Pembelajaran di Kelas Materi Hukum Newton
 Uji Coba Luas SMAN 10 Makassar

No.	Aktivitas	Persentase Siswa		
		Pertemuan V	Pertemuan IV	Pertemuan VI
1.	Siswa mendengarkan penjelasan guru meliputi tujuan pembelajaran, overview.	91,67	100,00	91,67

Lanjutan Tabel 4.38

No.	Aktivitas	Persentase Siswa		
		Pertemuan V	Pertemuan IV	Pertemuan VI
2.	Siswa berada dalam kelompok belajar dan mendapatkan masing-masing satu LKS.	83,33	100,00	100,00
3.	Siswa mendengarkan petunjuk pelaksanaan percobaan berdasarkan LKS yang telah dibagikan.	91,67	91,67	91,67
4.	Siswa melaksanakan percobaan sesuai dengan LKS secara berkelompok.	91,67	91,67	91,67
5.	Siswa merumuskan masalah berdasarkan LKS.	91,67	91,67	100,00
6.	Siswa merumuskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah.	100,00	91,67	100,00
7.	Siswa mengidentifikasi variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol berdasarkan hipotesis.	91,67	91,67	100,00
8.	Siswa merumuskan definisi operasional variabel manipulasi dan variabel respon.	91,67	91,67	83,33
9.	Siswa membuat tabel berdasarkan data hasil percobaan.	91,67	100,00	100,00
10.	Siswa membuat grafik berdasarkan tabel	91,67	91,67	91,67
11.	Siswa menganalisis, menginterpretasi grafik, serta menginferensi grafik.	83,33	100,00	100,00
12.	Siswa mendiskusikan dan mempresentasikan hasil percobaan.	91,67	100,00	100,00
13.	Siswa membaca buku.	91,67	91,67	100,00
14.	Siswa menarik kesimpulan mengenai materi yang telah dipelajari.	100,00	100,00	91,67

Data pada Tabel 4.39 dan Tabel 4.40 menunjukkan bahwa siswa melakukan aktivitas dengan baik. Aktivitas yang kurang dilakukan siswa pada materi gerak lurus adalah merumuskan definisi operasional variabel manipulasi dan variabel respon, membuat grafik berdasarkan tabel, menganalisis,

menginterpretasi grafik, serta menginferensi grafik, sedangkan pada materi Hukum Newton, semua aktivitas dominan dilakukan oleh siswa.

f. Respon Siswa terhadap Kegiatan Proses Pembelajaran di Kelas

Keterlaksanaan pembelajaran, dampaknya bukan hanya dilihat dari aktivitas siswa selama proses pembelajaran berlangsung, tetapi juga respon siswa terhadap kegiatan proses pembelajaran. Oleh karena itu, setelah siswa mengikuti proses pembelajaran selama enam kali pertemuan, maka siswa diminta memberikan respon melalui instrumen angket (Data respon siswa terdapat pada Lampiran 9). Respon siswa terhadap kegiatan proses pembelajaran seperti Tabel 4.39 dan 4.40 berikut.

Tabel 4.39
Respon Siswa terhadap Kegiatan Proses Pembelajaran di Kelas
SMAN 9 Makassar

No.	Butir Angket	Respon Siswa	
		Jumlah	Persentase (%)
1	Perasaanmu selama mengikuti pelajaran fisika dari guru		
	a. Senang	22	84,62
	b. Tidak senang	0	0,00
	c. Biasa-biasa saja	4	15,38
2	Hal yang membuat siswa terasa senang mengikuti pelajaran		
	a. Kesempatan menganalisis dan memberikan interpretasi terkait dengan penjelasan guru	22	84,62
	b. Kesempatan belajar dalam kelompok (banyak memperoleh kesempatan berbicara, mengeluarkan pendapat, atau bertanya kepada guru dan teman)	23	88,46
	c. Menerangkannya jelas, belum mengerti menjadi mengerti	21	80,77
	d. Penampilan gurunya	19	73,08
	e. Mengajarnya tidak menonton, tidak membosankan	22	84,62
	f. Dapat belajar mandiri	21	80,77

Lanjutan Tabel 4.39

No.	Butir Angket	Respon Siswa	
		Jumlah	Persentase (%)
3	g. LKS yang dibagikan melatih keterampilan proses sains	25	96,15
	h. Mengerti keterampilan proses sains	25	96,15
	i. Mengerti materi pelajaran fisika di sekolah dari membaca buku siswa, melakukan praktek, mengerjakan LKS atau penjelasan guru	24	92,31
	j. Suasana kelasnya menyenangkan	21	80,77
	Hal-hal baru yang belum pernah atau jarang kamu alami terutama dalam mengerjakan LKS pada pelajaran Fisika yang pernah siswa ikuti		
	a. Merumuskan masalah	23	88,46
	b. Merumuskan hipotesis	24	92,31
	c. Mengidentifikasi variabel	26	100,00
	d. Membuat tabel	25	96,15
	e. Membuat grafik	25	96,15
4	f. Menganalisis data	25	96,15
	g. Menginterpretasi data berdasarkan tabel dan/atau grafik	26	100,00
	h. Melakukan inferensi	24	92,31
	i. Menarik kesimpulan	21	80,77
	Hal yang membuat siswa terasa tidak senang mengikuti pelajaran		
	a. Banyak tugasnya	3	11,54
	b. Banyak latihan tugasnya	4	15,38
	c. Menerangkannya tidak jelas	4	15,38
	d. Banyak yang belum mengerti bekerja dalam kelompok	3	11,54
	e. Suasana kelasnya tidak menyenangkan	2	7,69
5	f. Sama saja atau tidak jauh dengan pelajaran fisika yang pernah saya alami	1	3,85
	Hal yang dirasakan siswa paling berbeda dalam pelajaran fisika sehingga siswa merasa senang		
	a. Banyak kesempatan menganalisis dan memberikan interpretasi terkait dengan penjelasan guru	22	84,62
	b. Banyak kesempatan belajar dalam kelompok (banyak memperoleh kesempatan berbicara, mengeluarkan pendapat, atau bertanya kepada guru dan teman)	25	96,15

Lanjutan Tabel 4.39

No.	Butir Angket	Respon Siswa	
		Jumlah	Persentase (%)
	c. LKS yang dibagikan melatih keterampilan proses sains dengan menggunakan alat	24	92,31
	d. LKS yang dibagikan melatih keterampilan proses sains dengan menggunakan program PhET	26	100,00
	e. Mendapat kesempatan untuk belajar berpendapat melalui presentasi dan diskusi kelas	24	92,31
	f. Lebih mudah menguasai materi pelajaran karena penjelasan guru mudah dipahami	24	92,31
	g. Cara belajar melalui diskusi menyenangkan	25	96,15
6	Hal yang dirasakan siswa paling berbeda dalam pelajaran fisika sehingga siswa merasa tidak senang		
	LKS yang dibagikan terlalu banyak kegiatan yang harus dilakukan	5	19,23
7	Apakah dengan menggunakan program PhET memudahkan dan menarik dalam mempelajari fisika?		
	a. Ya	26	100,00
	b. Tidak	0	0

Tabel 4.40
Respon Siswa terhadap Kegiatan Proses Pembelajaran di Kelas
SMAN 10 Makassar

No.	Butir Angket	Respon Siswa	
		Jumlah	Persentase (%)
1	Perasaanmu selama mengikuti pelajaran fisika dari guru		
	a. Senang	32	86,49
	b. Tidak senang	0	0,00
	c. Biasa-biasa saja	5	13,51
2	Hal yang membuat siswa terasa senang mengikuti pelajaran		
	a. Kesempatan menganalisis dan memberikan interpretasi terkait dengan penjelasan guru	33	89,19

Lanjutan Tabel 4.40

No.	Butir Angket	Respon Siswa	
		Jumlah	Persentase (%)
	b. Kesempatan belajar dalam kelompok (banyak memperoleh kesempatan berbicara, mengeluarkan pendapat, atau bertanya kepada guru dan teman)	30	81,08
	c. Menerangkannya jelas, belum mengerti menjadi mengerti	31	83,78
	d. Penampilan gurunya	34	91,89
	e. Mengajarnya tidak menonton, tidak membosankan	35	94,59
	f. Dapat belajar mandiri	31	83,78
	g. LKS yang dibagikan melatih keterampilan proses sains	35	94,59
	h. Mengerti keterampilan proses sains	35	94,59
	i. Mengerti materi pelajaran fisika di sekolah dari membaca buku siswa, melakukan praktek, mengerjakan LKS atau penjelasan guru	30	81,08
	j. Suasana kelasnya menyenangkan	33	89,19
3	Hal-hal baru yang belum pernah atau jarang kamu alami terutama dalam mengerjakan LKS pada pelajaran Fisika yang pernah siswa ikuti		
	a. Merumuskan masalah	35	94,59
	b. Merumuskan hipotesis	36	97,30
	c. Mengidentifikasi variabel	35	94,59
	d. Membuat tabel	37	100,00
	e. Membuat grafik	33	89,19
	f. Menganalisis data	34	91,89
	g. Menginterpretasi data berdasarkan tabel dan/atau grafik	35	94,59
	h. Melakukan inferensi	36	97,30
	i. Menarik kesimpulan	35	94,59
4	Hal yang membuat siswa terasa tidak senang mengikuti pelajaran		
	a. Banyak tugasnya	3	8,11
	b. Banyak latihan tugasnya	2	5,41
	c. Menerangkannya tidak jelas	2	5,41
	d. Banyak yang belum mengerti bekerja dalam kelompok	1	2,70
	e. Suasana kelasnya tidak menyenangkan	2	5,41

Lanjutan Tabel 4.40

No.	Butir Angket	Respon Siswa	
		Jumlah	Persentase (%)
5	f. Sama saja atau tidak jauh dengan pelajaran fisika yang pernah saya alami	1	2,70
	Hal yang dirasakan siswa paling berbeda dalam pelajaran fisika sehingga siswa merasa senang		
	a. Banyak kesempatan menganalisis dan memberikan interpretasi terkait dengan penjelasan guru	36	97,30
	b. Banyak kesempatan belajar dalam kelompok (banyak memperoleh kesempatan berbicara, mengeluarkan pendapat, atau bertanya kepada guru dan teman)	35	94,59
	c. LKS yang dibagikan melatih keterampilan proses sains dengan menggunakan alat	36	97,30
	d. LKS yang dibagikan melatih keterampilan proses sains dengan menggunakan program PhET	37	100,00
	e. Mendapat kesempatan untuk belajar berpendapat melalui presentasi dan diskusi kelas	35	94,59
	f. Lebih mudah menguasai materi pelajaran, karena penjelasan guru mudah dipahami	34	91,89
	g. Cara belajar melalui diskusi menyenangkan	36	97,30
6	Hal yang dirasakan siswa paling berbeda dalam pelajaran fisika, sehingga siswa merasa tidak senang		
	LKS yang dibagikan terlalu banyak kegiatan yang harus dilakukan	5	13,51
7	Apakah dengan menggunakan program PhET memudahkan dan menarik dalam mempelajari fisika?		
	a. Ya	37	100,00
	b. Tidak	0	0

BAB V

DISKUSI HASIL PENELITIAN

A. Validitas Model Pembelajaran dan Perangkatnya

Validasi terhadap hasil pengembangan model PFBKPS dilakukan melalui kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) oleh pakar. Richey & Klein (2005), menyatakan bahwa validasi model pembelajaran dapat dilakukan melalui kegiatan review oleh pakar terhadap model yang dikembangkan. Oleh karena itu, komponen validasi model pembelajaran berbasis berpikir kritis mengacu pada ciri model pembelajaran menurut Joyce, et al (2000) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3 (h.52) meliputi: (i) teori pendukung model; (ii) sintaks; (iii) sistem sosial; (iv) prinsip reaksi; (v) sistem pendukung; (vi) dampak instruksional dan dampak pengiring model. Berikut diskusi masing-masing komponen model pembelajaran FBKPS.

Komponen 1, teori belajar pendukung model PFBKPS, Tabel 4.1 (h.121) menunjukkan bahwa teori belajar yang mendasari model pembelajaran ini telah sesuai dengan prinsip konstruktivis. Kesesuaian itu ditunjukkan oleh hasil validasi dua orang pakar dengan rata-rata sebesar 4.00 dengan tingkat reliabilitas 100%. Tabel 4.1 pada halaman 121 telah mengkonfirmasi bahwa teori konstruktivisme yang dijadikan sebagai teori pendukung model PFBKPS, oleh karena dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.24 (h.158), 4.25, 4.26 (h.159), 4.27, 4.28 (h.160), yaitu adanya peningkatan rata-rata nilai dari *pretest* ke *posttest*. Rata-rata nilai *pretest* pada materi gerak lurus pada uji coba luas di SMAN 9 Makassar adalah sebesar 34,12

meningkat menjadi 69,68 pada *posttest*. Rata-rata nilai *pretest* pada materi Hukum Newton pada uji coba luas adalah sebesar 38,01 meningkat menjadi 79,28 pada *posttest*. Hasil ini menguatkan pendapat Hmelo-Silver “*Student centered learning approach that follows constructivist learning theory principles, knowledge acquisition becomes one prerequisites in developing students's critical thinking ability* (Masek & Yamin, 2011, h. 217)”

Selain itu, Tabel 4.1 (h.121) juga menunjukkan bahwa konstruktivis dapat memfasilitasi dan melibatkan siswa secara aktif berpikir dan berdiskusi di dalam kelas seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), lebih dari 80% siswa melaksanakan aktivitas sesuai dengan skenario pembelajaran seperti siswa melaksanakan percobaan berdasarkan LKS secara berkelompok, melakukan analisis, interpretasi dan inferensi berdasarkan data hasil investigasi, bahkan 100% siswa berada dalam kelompok belajar.

Thompson (2011), menyatakan bahwa berpikir kritis menekankan pada peran guru dalam proses pembelajaran melalui kegiatan keterampilan proses sains. Pernyataan Thompson tersebut dikuatkan oleh hasil penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.13, 4.14 (h.147), 4.15, 4.16 (h.148), guru mampu memfasilitasi siswa melakukan keterampilan proses sains melalui investigasi autentik dengan mengaktifkan siswa hingga di atas dari 80% siswa melaksanakan percobaan berdasarkan LKS yang berorientasi pada keterampilan proses sains secara berkelompok, melakukan analisis, interpretasi dan inferensi berdasarkan data hasil investigasi Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174). Selain itu, guru sebagai fasilitator telah mendukung siswa untuk meningkatkan

keterampilan berpikir kritis siswa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.24 (h.158), 4.25, 4.26 (h.159), 4.27, 4.28 (h.160), yaitu adanya peningkatan rata-rata nilai dari *pretest* ke *posttest*. Rata-rata nilai *pretest* pada materi gerak lurus pada uji coba luas di SMAN 9 Makassar adalah sebesar 34,12 meningkat menjadi 69,68 pada *posttest*. Rata-rata nilai *pretest* pada materi Hukum Newton pada uji coba luas adalah sebesar 38,01 meningkat menjadi 79,28 pada *posttest*. Pola peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa memiliki pola peningkatan yang sama dengan sekolah lain seperti di SMAN 10 Makassar (Tabel 4.26, h.159; 4.28, h.160).

Prinsip teori belajar konstruktivis, perolehan pengetahuan menjadi salah satu syarat dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis seperti yang ditunjukkan oleh siswa SMAN 9 Makassar saat mempelajari materi gerak lurus, ketika keterampilan proses sains meningkat siswa sebesar 38,32 dari *pretest* ke *posttest* (Tabel 4.19, h.153), keterampilan berpikir kritis siswa juga meningkat sebesar 35,56 dari *pretest* ke *posttest* (Tabel 4.27, h.160). Peningkatan KPS secara konsisten memberikan pengaruh terhadap peningkatan KBK (Tabel 4.30, h.163) seperti uji coba luas di kelas X SMAN 9 Makassar materi Hukum Newton sebesar 0,456, artinya 45,6% variabel *n-gain* KBK dipengaruhi oleh *n-gain* KPS, sisanya dipengaruhi variabel lain. Hasil ini sama dengan yang terjadi di SMAN 10 Makassar, yaitu ketika keterampilan proses sains siswa meningkat sebesar 38,45 dari *pretest* ke *posttest* (Tabel 4.20, h.154), keterampilan berpikir kritis siswa juga meningkat sebesar 40,13 dari *pretest* ke *posttest* (Tabel 4.26, h.159). Materi Hukum Newton baik di SMAN 9 maupun SMAN 10 Makassar juga memiliki

pola peningkatan yang sama dengan materi gerak lurus, yaitu ketika keterampilan proses sains siswa meningkat, keterampilan berpikir kritis siswa juga meningkat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.21 (h.154), 4.22 (h.155), 4.27, 4.28 (h.160).

Oleh karena itu, dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, guru harus memiliki pengetahuan dan pemahaman tentang cara mengembangkan keterampilan berpikir kritis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), guru memiliki kemampuan memfasilitasi peningkatan aktivitas siswa hingga di atas dari 80% siswa melaksanakan percobaan berdasarkan LKS secara berkelompok, melakukan analisis, interpretasi dan inferensi berdasarkan data hasil investigasi sehingga keterampilan berpikir kritis siswa meningkat (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160).

Komponen 2, Sintaks model PFBKPS, Tabel 4.1 (h.121) menunjukkan bahwa sintaks bersifat logis dan rasional, urutan sintaks pembelajaran sudah menggambarkan tujuan model pembelajaran, peran guru dan siswa dalam sintaks pembelajaran tergambar jelas, serta sintaks pembelajaran dapat dilaksanakan. Rasionalitas sintaks ditunjukkan oleh hasil validasi dua orang pakar dengan rata-rata sebesar 3,75 dengan tingkat reliabilitas 92,85%. Tabel 4.1 pada halaman 121 telah mengkonfirmasi bahwa urutan sintaks pembelajaran sudah menggambarkan tujuan model pembelajaran seperti yang ditunjukkan hasil validasi RPP pada Tabel 4.3 (h.125) di mana skenario pembelajaran dinyatakan sesuai dengan tujuan model PFBKPS, yaitu sebesar 3.90 dengan tingkat reliabilitas 100%.

Selain itu, peran guru dan siswa dalam sintaks pembelajaran tergambar jelas, hal ini ditunjukkan oleh kemampuan guru mengelola pembelajaran pada

Tabel 4.11 (h.144), 4.13, 4.14 (h.147), 4.15, 4.16 (h.148) dan aktivitas siswa pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), lebih dari 80% siswa melaksanakan aktivitas sesuai dengan skenario pembelajaran seperti siswa melaksanakan percobaan berdasarkan LKS secara berkelompok, melakukan analisis, interpretasi dan inferensi berdasarkan data hasil investigasi, bahkan 100% siswa berada dalam kelompok belajar.

Oleh karena, peran guru dan siswa dalam sintaks pembelajaran tergambar jelas, maka sintaks model PFBKPS dapat dilaksanakan dengan baik oleh guru. Hal ini terlihat keterlaksanaan pembelajaran yang ditunjukkan pada Tabel 4.11 (h.144), 4.13, 4.14 (h.147), 4.15, 4.16 (h.148), masing-masing pengamat memberikan penilaian lebih dari 3.00, artinya guru mampu melaksanakan sintaks pembelajaran dengan baik seperti mengidentifikasi ide siswa memberi kesempatan kepada siswa untuk menginterpretasi permasalahan yang diajukan guru, mengorganisasikan siswa ke dalam beberapa kelompok belajar melalui kolaborasi, membimbing siswa melakukan keterampilan proses sains melalui investigasi autentik, serta memberikan kesempatan melaksanakan diskusi kelas dan presentasi.

Dengan demikian, sintaks model pembelajaran ini, guru berhasil memfasilitasi siswa dalam memberikan kesempatan melakukan aktivitas, tidak sekedar menghafal kumpulan fakta-fakta, tetapi kegiatan yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hal ini terlihat pada aktivitas siswa yang ditunjukkan pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), lebih dari 80% siswa melaksanakan aktivitas sesuai dengan skenario

pembelajaran seperti siswa melaksanakan percobaan berdasarkan LKS secara berkelompok. Siswa tidak sekedar menghafal kumpulan fakta-fakta, sehingga dampaknya adalah keterampilan berpikir kritis siswa SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar baik materi gerak lurus maupun materi Hukum Newton mengalami peningkatan dari *pretest* ke *posttest* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.26 (h.159), yaitu keterampilan menginterpretasi siswa meningkat sebesar 37,85, keterampilan menganalisis meningkat sebesar 29,23, keterampilan menginferensi meningkat sebesar 39,59. Hasil penelitian ini menguatkan pendapat Thompson (2011) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran didorong melalui kegiatan menginterpretasi, menganalisis, dan menginferensi, tidak sekedar menghafal kumpulan fakta-fakta.

Komponen 3, komponen sistem sosial model PFBKPS, Tabel 4.1 (h.121) menunjukkan bahwa model PFBKPS dapat memfasilitasi terjadinya interaksi antara guru dengan siswa, dapat memfasilitasi terjadinya interaksi antar siswa, dan guru berperan sebagai fasilitator dalam pembelajaran. Sistem sosial model PFBKPS ditunjukkan oleh hasil validasi dua orang pakar dengan rata-rata sebesar 3,67 dengan tingkat reliabilitas 90,47%. Tabel 4.1 pada halaman 121 telah mengkonfirmasi bahwa guru dapat memfasilitasi terjadinya interaksi antara guru dengan siswa dan dapat memfasilitasi terjadinya interaksi antar siswa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), lebih dari 90% siswa mendiskusikan dan mempresentasi hasil percobaan, bahkan 100% siswa berada dalam kelompok belajar. Guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran telah mendukung siswa untuk meningkatkan keterampilan

proses sains seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.19 (h.153), yaitu keterampilan proses sains meningkat siswa sebesar 38,32 dari *pretest* ke *posttest*. Selain itu, bukan hanya meningkatkan keterampilan proses sains, tetapi juga meningkatkan keterampilan berpikir kritis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.27 (h.160), yaitu keterampilan berpikir kritis siswa juga meningkat sebesar 40,13 dari *pretest* ke *posttest*.

Oleh karena itu, untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, dibutuhkan keterlibatan siswa dalam interaksi sosial di kelas, maka Arends (2012, p.261) menyatakan bahwa “*Teacher facilitates and guide student interaction and help them construct their own understanding and ideas.*” Guru memfasilitasi dan membimbing siswa dalam berinteraksi sosial dan membantu mereka membangun pemahaman dan ide-ide mereka sendiri seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.13 (h.147), yaitu guru mengorganisasi siswa kedalam kelompok belajar melalui fase kolaborasi. Interaksi sosial dalam pembelajaran penting dalam rangka meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pernyataan ini terbukti bahwa dengan model PFBKPS yang proses pembelajarannya terdapat interaksi sosial, keterampilan berpikir kritis siswa SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar baik materi gerak lurus maupun hukum Newton mengalami peningkatan setelah diajar dengan menggunakan model PFBKPS seperti keterampilan). menginterpretasi siswa meningkat sebesar 37,85, keterampilan menganalisis meningkat sebesar 29,23, keterampilan menginferensi meningkat sebesar 39,59 (Tabel 4.26, h.159

Komponen 4 dan 5, komponen prinsip reaksi dan sistem pendukung model PFBKPS, Tabel 4.1 (h.121) menunjukkan bahwa model pembelajaran ini dapat menstimulasi siswa untuk berperilaku aktif, menumbuhkan sikap positif antar siswa, serta dapat menumbuhkan kemampuan berliterasi sains. Hal ini terlihat pada keterlaksanaan pembelajaran seperti yang ditunjukkan Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), guru mampu menstimulasi siswa berperilaku aktif, yaitu lebih dari 80% siswa melaksanakan aktivitas sesuai dengan skenario pembelajaran seperti siswa melaksanakan percobaan berdasarkan LKS secara berkelompok. Selain itu, juga menumbuhkan sikap positif antar siswa seperti yang ditunjukkan Tabel 4.39 (h.176), yaitu 84,62% siswa merasa senang mengikuti pelajaran fisika dengan menggunakan model FBKPS. Satu hal yang membuat siswa terasa senang mengikuti pelajaran disebabkan oleh karena sebagian besar (88,64%) siswa memiliki kesempatan belajar dalam kelompok seperti pada Tabel 4.40 (h.178), yaitu banyak memperoleh kesempatan berbicara, mengeluarkan pendapat, atau bertanya kepada guru dan teman. Hal ini memberikan dampak terhadap kemampuan literasi sains, yaitu keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan dari *pretest* ke *posttest* seperti keterampilan proses sains meningkat sebesar 38,32 (Tabel 4.19, h.153) dan keterampilan berpikir kritis siswa meningkat sebesar 35,56 (Tabel 4.25, h.159).

Siswa berperilaku aktif oleh karena didukung oleh sumber belajar berupa buku siswa yang dikembangkan. Validator menyatakan bahwa buku siswa yang dikembangkan memiliki sistem penyajian berpusat pada siswa, menciptakan

komunikasi yang interaktif, dan mengaktifkan siswa seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.5 (h.127), masing-masing validator memberikan skor sebesar 4,00. Selain itu, Lembar Kerja Siswa (LKS) dapat mengaktifkan siswa karena aktivitas yang dilakukan oleh siswa dalam LKS adalah aktivitas yang mendorong siswa senantiasa melakukan analisis, interpretasi dan inferensi berdasarkan data hasil investigasi seperti yang ditunjukkan Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), lebih dari 80% siswa melaksanakan aktivitas sesuai dengan skenario pembelajaran seperti siswa melaksanakan percobaan berdasarkan LKS secara berkelompok, melakukan analisis, interpretasi dan inferensi berdasarkan data hasil investigasi.

Komponen 6, komponen dampak instruksional dan dampak pengiring model PFBKPS, Tabel 4.1 (h.121) menunjukkan bahwa guru mendorong siswa mampu memahami dan merespon materi pembelajaran, memecahkan masalah melalui pendekatan keterampilan proses sains, menginspirasi siswa berpikir kritis dalam pembelajaran. Hal ini terbukti dengan menggunakan model PFBKPS, 84,62% siswa merasa senang mengikuti pelajaran fisika (Tabel 4.39, h.176). Hal ini disebabkan oleh karena sebagian besar (88,64%) siswa memiliki kesempatan belajar dalam kelompok (Tabel 4.39, h.176), 80% siswa merasa suasana kelas menyenangkan (Tabel 4.39, h.176), dan 96,15% siswa memperoleh kesempatan berlatih keterampilan proses sains (Tabel 4.39, h.176). Oleh karena, siswa memperoleh kesempatan berlatih keterampilan proses sains, sehingga 96,15% siswa mengerti dan memahami keterampilan proses sains (Tabel 4.39, h.176). Pemahaman siswa terhadap keterampilan proses sains siswa setelah diajar dengan

menggunakan model PFBKPS ditunjukkan oleh Tabel 4.19 (h.153), yaitu keterampilan proses sains meningkat siswa sebesar 38,32 dari *pretest* ke *posttest*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bukan berarti siswa kita tidak memiliki potensi untuk mengoptimalkan keterampilan proses sains mereka, tetapi jika diberikan kesempatan berlatih, maka keterampilan proses sains mereka dapat optimal.

Respon positif siswa terhadap proses pembelajaran yang dilakukan guru, selain berdampak terhadap keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis meningkat, juga aspek afektif mengalami perkembangan yang baik di SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar, misalnya di SMAN 9 Makassar ketekunan siswa mencapai rata-rata skor sebesar 79,05 dan tanggung jawab siswa mencapai rata-rata skor sebesar 76,39 (Tabel 4.31, 4.32, h.165), sedangkan dampak lainnya adalah aspek psikomotorik siswa mengalami peningkatan baik di SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar seperti di SMAN 9 Makassar. Rata-rata skor siswa dalam hal menyiapkan alat dan bahan mengalami peningkatan sebesar 23,61 (Tabel 4.33, h.166).

Akker, et al (2007) menyatakan bahwa model pembelajaran sebagai suatu produk penelitian pendidikan dikatakan valid apabila memenuhi kriteria valid secara isi dan valid secara konstruk. Validitas model PFBKPS telah memenuhi unsur kebutuhan oleh karena dapat meningkatkan keterampilan abad 21 (*21st century skills*), yaitu keterampilan berpikir kritis, sedangkan keterampilan berpikir kritis itu sendiri amat diperlukan demi keberhasilan siswa dalam pendidikan dan kehidupan bermasyarakat. Keterampilan berpikir kritis merupakan kebutuhan

yang harus dikembangkan untuk masa depan siswa. Bahkan, di Kurikulum 2013 secara tegas dinyatakan kompetensi dasar bidang studi fisika, yakni menunjukkan perilaku ilmiah seperti tekun, bertanggung jawab, dan berpikir kritis dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 (h.30). Selain itu, siswa yang memiliki keterampilan berpikir kritis berarti telah memiliki salah satu dari literasi sains, sedangkan literasi sains sendiri merupakan salah satu literasi yang diases oleh *Programme for International Students Assessment* (PISA). Jadi model PFBKPS dibutuhkan untuk mendukung Kurikulum 2013, keterampilan abad 21 (*21st century skills*), dan *Programme for International Students Assessment* (PISA).

Kebaruan model pembelajaran ini dibandingkan dengan model lainnya seperti model pembelajaran kooperatif, model pembelajaran berbasis masalah adalah secara spesifik dirancang dalam rangka meningkatkan keterampilan berpikir kritis sebagai keterampilan abad 21 (*21st Century Skills*). Oleh karena itu, tidak semua model pembelajaran secara otomatis akan meningkatkan keterampilan berpikir kritis, tetapi hanya model pembelajaran yang mendorong diskusi dan banyak memberikan kesempatan siswa berpendapat (Tabel 4.36, h.172), memberikan banyak kesempatan kepada para siswa untuk mendorong kerjasama (Tabel 4.36, h.172), mengembangkan tanggung jawab saat melakukan percobaan sesuai dengan LKS (Tabel 4.36, h.172), sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.25 (h.159), yaitu keterampilan menginterpretasi siswa meningkat sebesar 37,85,

keterampilan menganalisis meningkat sebesar 29,23, keterampilan menginferensi meningkat sebesar 39,59.

Gravemeijer & Cobb (2006) menyatakan bahwa validasi konstruk dilakukan untuk melihat kesesuaian teori-teori yang terkait dengan aktivitas belajar, langkah-langkah pembelajaran, dan bagaimana cara mengajar. Dengan demikian, model PFBKPS telah memenuhi unsur validitas konstruk. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.1 (h.121), validator memberikan penilaian yang meliputi: (i) teori pendukung model sebesar 4,00; (ii) sintaks sebesar 3,75; (iii) sistem sosial sebesar 3,67; (iv) prinsip reaksi sebesar 4,75; (v) sistem pendukung sebesar 3,25; (vi) dampak instruksional dan dampak pengiring model sebesar 4,00 dengan tingkat reliabilitas masing-masing komponen di atas 90.00%.

Implementasi model PFBKPS secara operasional, diperlukan perangkat pendukung untuk enam kali pertemuan dengan dua materi, yaitu (i) materi gerak lurus dengan kecepatan dan percepatan konstan (tiga kali pertemuan); (ii) materi hukum-hukum Newton dan pengaplikasiannya (tiga kali pertemuan). Oleh karena itu, sebelum dilakukan ujicoba terbatas dilakukan validasi perangkat pembelajaran dalam rangka meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa di SMA meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS), Buku Siswa (BS), dan evaluasi.

1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Tabel 4.3 (h.121) menunjukkan bahwa RPP telah dinyatakan valid sebesar 3.90 dengan tingkat reliabilitas 100%. Kevalidan masing-masing komponen RPP seperti yang ditunjukkan Tabel 4.3 (h.125), meliputi tujuan pembelajaran telah

dirumuskan secara operasional sebesar 4,00, kejelasan skenario pembelajaran sebesar 4,00, kesesuaian skenario pembelajaran dengan tujuan pembelajaran sebesar 4,00, kesesuaian skenario pembelajaran dengan model pembelajaran sebesar 4,00, dan sesuai dengan waktu pelaksanaannya sebesar 3,50. Aspek kegiatan pembelajaran, Tabel 4.3 (h.125) dan Lampiran 10 menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran dalam RPP telah sesuai rancangan sintaks model pembelajaran yang dikembangkan, yaitu identifikasi ide, kolaborasi, investigasi autentik: *Science Processes Skills (SPS)*, presentasi dan diskusi. Kegiatan pembelajaran dalam RPP ini dapat diandalkan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa secara konsisten seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.25 (h.159), yaitu keterampilan menginterpretasi siswa meningkat sebesar 37,85, keterampilan menganalisis meningkat sebesar 29,23, keterampilan menginferensi meningkat sebesar 39,59.

RPP yang dirancang telah menjadi acuan bagi guru dalam melakukan proses pembelajaran sudah tepat, konsisten, dan meyakinkan siswa memiliki kesempatan berlatih keterampilan proses sains dalam pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritisnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), guru memberikan kesempatan kepada siswa berlatih keterampilan proses sains hingga lebih dari 80% siswa melaksanakan aktivitas sesuai dengan skenario pembelajaran seperti siswa melaksanakan percobaan berdasarkan LKS secara berkelompok, melakukan analisis, interpretasi dan inferensi berdasarkan data hasil investigasi autentik sehingga keterampilan berpikir kritis meningkat sebagaimana yang ditunjukkan

oleh Tabel 4.25 (h.159), yaitu keterampilan menginterpretasi siswa meningkat sebesar 37,85, keterampilan menganalisis meningkat sebesar 29,23, keterampilan menginferensi meningkat sebesar 39,59.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Hall (2011) menyatakan bahwa pembelajaran kelompok melalui diskusi (Tabel 4.39, h.176) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160). Hasil tersebut menguatkan pendapat Masek, & Yamin (2011, h.217), yang menyatakan bahwa proses seperti diskusi dan berbagi, menciptakan lingkungan yang kondusif dan menyenangkan bagi siswa (Tabel 4.39, h.176) sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160).

2. Lembar Kerja Siswa (LKS)

Lembar Kerja Siswa (LKS) merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang dapat mengaktifkan siswa. Oleh karena itu, LKS dalam penelitian ini didesain sedemikian rupa (Tabel 4.4, h.126) agar dapat berperan mengaktifkan siswa (Tabel 4.35, h.171; 4.36, h.172; 4.37, h.173; 4.38, h.174) dalam rangka meningkatkan keterampilan proses sains (Tabel 4.18, h.152; 4.19, h.153; 4.20, 4.21, h.154; 4.22, h.155) dan keterampilan berpikir kritis siswa (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160).

Hasil validasi LKS menunjukkan bahwa materi LKS telah sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar, kejelasan rumusan pertanyaan, kejelasan jawaban yang diharapkan, serta kejelasan petunjuk pengerjaan LKS serta materi LKS ini dapat diandalkan konsisten memberikan hasil belajar sesuai dengan

materi yang diajarkan masing-masing validator memberikan penilaian sebesar 4.00 dengan tingkat reliabilitas 100%. Aspek aktivitas siswa, Tabel 4.4 (h.126) juga menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian aktivitas dengan indikator pencapaian hasil belajar dalam hal ini keterampilan proses sains (Tabel 4.18, h.152; 4.19, h.153; 4.20, 4.21, .154; 4.22, h.155), keterampilan berpikir kritis siswa (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160), dan LKS ini dapat diandalkan mengaktifkan siswa dan menstimulasi siswa untuk berperilaku aktif (Tabel 4.35, h.171; 4.36, h.172; 4.37, h.173; 4.38, h.174), menumbuhkan sikap positif antar siswa (Tabel 4.39, h.176) serta dapat meningkatkan kemampuan berliterasi sains, yaitu keterampilan proses sains meningkat sebesar 38,32 dari *pretest* ke *posttest* Tabel 4.19 (h.153), dan keterampilan berpikir kritis meningkat sebesar 35,56 dari *pretest* ke *posttest* Tabel 4.26 (h.159).

Selain itu, keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis meningkat, juga aspek afektif mengalami perkembangan yang baik di SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar misalnya di SMAN 9 Makassar ketekunan siswa mencapai rata-rata skor sebesar 79,05 dan tanggung jawab siswa mencapai rata-rata skor sebesar 76,39 (Tabel 4.31, 4.32, h.165). Aspek psikomotorik, siswa mengalami peningkatan baik di SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar seperti di SMAN 9 Makassar, rata-rata skor siswa dalam hal menyiapkan alat dan bahan mengalami peningkatan sebesar 23,61 (Tabel 4.336, h.166).

Secara umum, Tabel 4.4 (h.126) menunjukkan bahwa LKS yang dikembangkan sesuai dengan model pembelajaran serta konsisten dapat diandalkan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa (Tabel 4.24, h.158;

4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160). Selain itu, Lembar Kerja Siswa (LKS) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), guru senantiasa mendorong siswa aktif melakukan analisis, interpretasi dan inferensi berdasarkan data hasil percobaan melalui penggunaan LKS 01, LKS 02, LKS 03, LKS 04, LKS 05, LKS 06 (Contoh LKS pada Lampiran 10d dan 10e) sehingga dapat meningkatkan keterampilan proses sains sains (Tabel 4.18, h.152; 4.19, h.153; 4.20, 4.21, .154; 4.22, h.155), dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160).

3. Buku Siswa (BS)

Buku siswa yang telah dikembangkan memiliki kualitas yang baik, hal tersebut dibuktikan dengan hasil validasi dari validator memberikan penilaian 3,67 untuk materi gerak lurus dan 3,72 untuk materi hukum Newton dengan tingkat reliabilitas masing-masing sebesar 94,29% dan 95.09% (Tabel 4.5, h.127), sehingga buku siswa yang telah dikembangkan dapat digunakan dalam uji coba terbatas dan uji coba luas.

Sistem penyajian buku siswa yang dikembangkan berpusat pada siswa, menciptakan komunikasi yang interaktif, dan mengaktifkan siswa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), sehingga berdampak pada peningkatan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa seperti keterampilan proses sains meningkat sebesar 38,32 dari *pretest* ke *posttest* Tabel 4.19 (h.153), dan keterampilan berpikir kritis meningkat sebesar 35,56 dari *pretest* ke *posttest* Tabel 4.26 (h.159).

4. Lembar Penilaian

Tabel 4.6 (h.128) menunjukkan bahwa butir soal yang telah dikembangkan memiliki kualitas yang baik, hal tersebut dibuktikan dengan hasil validasi dari validator memberikan penilaian 4,00 (validasi isi) dan 3,75 (validasi konstruk) untuk materi gerak lurus dan 3,78 (validasi isi) dan 3,50 (validasi konstruk) untuk materi Hukum Newton dengan tingkat reliabilitas masing-masing sebesar 100,00%, 96,87% dan 97,95%, dan 100,00% (Tabel 4.6, h.128). Hal ini ditunjang dengan rumusan kalimat komunikatif, menggunakan bahasa yang baik dan benar, rumusan kalimat tidak menimbulkan penafsiran ganda serta menggunakan bahasa dan kata kerja yang umum (bukan bahasa lokal) sebagaimana yang disebutkan pada Lampiran 1.

Secara umum, masing-masing validator memberikan penilaian sebesar 3,73 dan 3,82 termasuk kategori sangat valid dengan tingkat reliabilitas 98,80% (Lampiran 1). Hal ini menunjukkan bahwa butir soal sesuai dengan indikator, tujuan pengukuran, dan jenjang pendidikan dapat diandalkan konsisten mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi atau HOTS (*Higher Order Thinking Skills*), yaitu keterampilan berpikir kritis (Lampiran 10g dan 10h).

Hasil validasi di atas mendukung Kurikulum 2013 yang mempersyaratkan penggunaan penilaian berorientasi pada HOTS (*Higher Order Thinking Skills*). Dalam konteks pendidikan berdasarkan standar (*standard-based education*), kurikulum berdasarkan kompetensi (*competency-based curriculum*), dan pendekatan belajar tuntas (*mastery learning*) penilaian proses dan hasil belajar merupakan parameter tingkat pencapaian kompetensi minimal. Dengan demikian,

berbagai pendekatan, strategi, metode, teknik, dan model pembelajaran perlu dikembangkan untuk memfasilitasi siswa agar mudah dalam belajar dan mencapai keberhasilan belajar secara optimal. Salah satu alternatif solusinya adalah implementasi model PFBKPS dalam pembelajaran.

Model PFBKPS terbukti memudahkan guru mengajar dan memudahkan siswa belajar. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), guru memberikan kesempatan kepada siswa berlatih keterampilan proses sains hingga lebih dari 80% siswa melaksanakan aktivitas sesuai dengan skenario pembelajaran seperti siswa melaksanakan percobaan berdasarkan LKS secara berkelompok, melakukan analisis, interpretasi dan inferensi berdasarkan data hasil investigasi autentik sehingga keterampilan berpikir kritis meningkat sebagaimana yang ditunjukkan oleh Tabel 4.25 (h.159), yaitu keterampilan menginterpretasi siswa meningkat sebesar 37,85, keterampilan menganalisis meningkat sebesar 29,23, keterampilan menginferensi meningkat sebesar 39,59.

Oleh karena itu, dalam pembelajaran sains, tes sebaiknya menerapkan literasi sains yang merupakan unsur kecakapan hidup yang harus menjadi hasil dari suatu pendidikan (Nuryani, 2013). Selain itu, literasi sains merupakan salah satu domain penilaian dalam PISA (*Programme for International Student Assessment*). Literasi sains merupakan kemampuan yang dibutuhkan (*need*) untuk diajarkan kepada siswa demi hidup di masa depan baik sebagai individu maupun sebagai anggota masyarakat. Kebutuhan tersebut beralasan oleh karena hasil tes PISA Tahun 2015 menunjukkan bahwa kinerja siswa Indonesia masih sangat

rendah dengan karakteristik tes, umumnya meminta siswa menggunakan keterampilan berpikir tingkat tinggi atau HOTS (*Higher Order Thinking Skills*). Hasil tes PISA ternyata sama dengan hasil *pretest* keterampilan proses sains, dan keterampilan berpikir kritis sebagai keterampilan berpikir tingkat tinggi atau HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) dalam penelitian ini, keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis masih rendah, yaitu masing-masing sebesar 35,16 dan 34,12 dari skor maksimum 100 (Data Tabel 4.19, h.153; 4.25, h.159).

Berdasarkan diskusi di atas, maka dapat dikatakan bahwa model PFBKPS beserta perangkatnya meliputi RPP, LKS, Buku Siswa dan Lembar Penilaian yang terkait dengan keterampilan berpikir kritis merupakan kebutuhan (*need*) untuk mendukung Kurikulum 2013, keterampilan abad ke-21, dan program PISA.

B. Hasil Uji Coba

1. Kepraktisan Model PFBKPS

Tahap menumbuhkan keterampilan berpikir kritis adalah tahap uji coba model pembelajaran melalui implementasi perangkat pembelajaran dalam proses pembelajaran untuk mengecek keterlaksanaan pembelajaran secara utuh di dalam kelas. Perangkat pembelajaran yang digunakan dalam uji coba luas adalah perangkat pembelajaran hasil revisi yang berdasarkan Tabel 4.7 (h. 129). Kepraktisan perangkat pembelajaran diperoleh berdasarkan aktivitas pelaksanaan pembelajaran di lapangan oleh pengamat yang memberikan skor pada lembar pengamatan. Keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model pembelajaran PFBKPS tergolong baik, baik materi gerak lurus maupun Hukum Newton seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.13 (h.147), 4.14 (h.148), 4.15, 4.16 (h.148). Guru

mengajar sesuai dengan RPP yang telah didesain sebelumnya. Berikut diskusi keterlaksanaan setiap fase dalam proses pembelajaran.

Fase 1, yaitu identifikasi ide, rata-rata kemampuan guru mengidentifikasi ide melalui pengajuan pertanyaan kepada siswa tergolong baik, yaitu di atas 3.00 (Tabel 4.13, h.147; 4.14, h.148; 4.15, 4.16, h.148). Guru mampu menciptakan lingkungan yang mendorong siswa mengemukakan pandangannya dengan memberikan interpretasi terhadap masalah yang diberikan (Lampiran 2). Dampaknya adalah dapat memicu memelihara keterlibatan siswa dalam pembelajaran materi gerak lurus seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 3, Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), sehingga aktivitas siswa setiap awal pertemuan (lima menit) tergolong tinggi, yaitu lebih dari 80% siswa mendengarkan pertanyaan guru, siswa mendengarkan overview yang disampaikan oleh guru, dan siswa mendengarkan tujuan pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan berpikir kritis meliputi interpretasi, analisis, dan inferensi yang disampaikan oleh guru. Keterlibatan siswa dalam pembelajaran materi Hukum Newton, aktivitas siswa setiap awal pertemuan tergolong tinggi, yaitu lebih dari 80% siswa mendengarkan pertanyaan guru, siswa mendengarkan overview yang disampaikan oleh guru, dan siswa mendengarkan tujuan pembelajaran yang berorientasi pada keterampilan berpikir kritis (Lampiran 3; Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174). Hasil ini sesuai dengan pendapat Samani (2006) menyatakan bahwa identifikasi ide pada awal pembelajaran dengan cara mengajukan pertanyaan yang menantang kepada siswa

merupakan hal yang penting dilakukan oleh guru dalam rangka mempersiapkan pembelajaran.

Fase 2, yaitu kolaborasi, rata-rata guru mampu memfasilitasi terjadinya interaksi antara guru dengan siswa, dapat memfasilitasi terjadinya interaksi antar siswa, dan guru berperan sebagai fasilitator dalam pembelajaran sangat baik dengan masing-masing pengamat memberikan skor di atas 3,00 (Tabel 4.13, h.147; 4.14, h.148; 4.15, 4.16, h.148). Data Tabel 4.13 (h.147), 4.14 (h.148), 4.15, 4.16 (h.148) telah mengkonfirmasi bahwa guru dapat memfasilitasi terjadinya interaksi antara guru dengan siswa dan dapat memfasilitasi terjadinya interaksi antar siswa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), lebih dari 90% siswa mendiskusikan, dan mempresentasi hasil percobaan, bahkan 100% siswa berada dalam kelompok belajar. Guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran telah mendukung siswa untuk meningkatkan keterampilan proses sains seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.19 (h.153), yaitu keterampilan proses sains meningkat siswa sebesar 38,32 dari *pretest* ke *posttest*. Selain itu, bukan hanya meningkatkan keterampilan proses sains, tetapi juga meningkatkan keterampilan berpikir kritis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.25 (h.159), yaitu keterampilan berpikir kritis siswa juga meningkat sebesar 40,13 dari *pretest* ke *posttest*.

Hasil ini menguatkan pendapat pakar seperti Gokhale (1995), yang menyatakan bahwa *“Proponents of collaborative learning claim that the active exchange of ideas within small groups not only increases interest among the participants but also promotes critical thinking.”* Pembelajaran kolaboratif,

pertukaran ide dalam kelompok-kelompok kecil (Tabel 4.40, h.178) tidak hanya dapat meningkatkan minat siswa, tetapi juga dapat meningkatkan berpikir kritis (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160).

Alexander dan McDougall (Yin, Abdullah, & Alazidiyeen, 2011) mengemukakan bahwa untuk mengatasi pembelajaran satu arah perlu diterapkan pembelajaran aktif seperti pembelajaran kolaboratif. Pembelajaran satu arah tidak memberi kontribusi pada pengembangan berpikir kritis, sedangkan pembelajaran aktif dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.24 (h.158), 4.25, 4.26 (h.159), 4.27, 4.28 (h.160). Vygotsky dalam bukunya Woolfolk, et al (2008, p. 488), menyatakan “*Vygotsky’s theory suggest that social interaction is important for learning because higher mental functions such as reasoning, comprehension and critical thinking originate in social interaction and are then internalised by individual.*” Teori Vygotsky ini diperkuat oleh pendapat Schmidt, Savery and Duffy (Masek & Yamin, 2011, h. 217), yang mengungkapkan bahwa siswa dapat mengembangkan pemikiran kritis melalui proses interaksi dalam memecahkan masalah.

Fase 3, yaitu investigasi autentik: *science process skills*. Kemampuan guru melaksanakan fase ketiga ini tergolong baik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.13 (h.147), 4.14 (h.148), 4.15, 4.16 (h.148), oleh karena itu memungkinkan siswa memiliki pengalaman ilmiah melalui kegiatan investigasi (Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), lebih dari 80% siswa terlibat mengerjakan LKS yang berorientasi pada keterampilan proses sains melalui investigasi autentik dan persentasenya meningkat dari pertemuan ke

pertemuan berikutnya. Model PFBKPS dan LKS yang digunakan dalam pembelajaran mendukung Kurikulum 2013 yang menyatakan investigasi autentik meliputi sikap dan langkah-langkah kegiatan keterampilan proses sains untuk memperoleh produk-produk sains atau ilmu pengetahuan ilmiah. Selain itu, pembelajaran sains dengan menggunakan model PFBKPS, memungkinkan siswa melakukan aktivitas yang berhubungan dengan tanggung jawab dan ketekunan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.31, 4.32 (h.165), rata-rata skor mengenai tanggung jawab dan ketekunan setiap pertemuan mencapai skor di atas 75,00. Dengan demikian, siswa terlatih dengan seperangkat prosedur ilmiah melalui keterampilan proses sains sehingga keterampilan berpikir kritis siswa meningkat (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160).

Model PFBKPS memiliki karakteristik yang sama dengan karakteristik mata pelajaran sains, di mana penekanannya pada penerapan keterampilan proses melalui pendekatan ilmiah (*scientific approach*) terintegrasi dengan pendekatan keterampilan proses dan metode ilmiah. Hal ini dapat dilihat dari tingginya aktivitas siswa setiap pertemuan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), lebih dari 80% siswa terlibat mengerjakan LKS yang berorientasi pada keterampilan proses sains melalui investigasi autentik.

Fase 4, yaitu fase diskusi kelas dan presentasi. Fase ini merupakan tindak lanjut dari fase 3 model pembelajaran yang dikembangkan. Pada fase 4, guru mampu menciptakan lingkungan yang kondusif bagi siswa untuk melakukan interpretasi dan inferensi terkait dengan data hasil investigasi kelompok seperti

yang ditunjukkan pada Tabel 4.13 (h.147), 4.14 (h.148), 4.15, 4.16 (h.148), di mana 100% siswa berada dalam kelompok belajar untuk mengerjakan LKS melalui investigasi autentik, sehingga terjadi peningkatan keterampilan menginterpretasi, menganalisis dan menginferensi siswa berdasarkan data (Tabel, 4.25, h.159), yaitu keterampilan menginterpretasi siswa meningkat sebesar 37,85, keterampilan menganalisis meningkat sebesar 29,23, keterampilan menginferensi meningkat sebesar 39,59.

Tabel 4.13 (h.147), 4.14 (h.148), 4.15, 4.16 (h.148) menunjukkan kesesuaian dengan Permendikbud No. 65 Tahun 2013 tentang standar proses, disebutkan bahwa proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, menyenangkan, mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi siswa berpikir kritis. Hasil penelitian ini menguatkan pendapat Gokhale (1995) yang menyatakan bahwa *“Cooperative teams achieve at higher levels of thought and retain information longer than students who work quietly as individuals. The shared learning gives students an opportunity to engage in discussion, take responsibility for their own learning, and thus become critical thinkers.”* Tim kooperatif dalam suatu pembelajaran dapat mencapai pemikiran tingkat tinggi dan dapat menyimpan informasi lebih lama daripada siswa yang bekerja secara individu. Pembelajaran kooperatif, memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat dalam diskusi (Tabel 4.35, h.171; 4.36, h.172; 4.37, h.173; 4.38, h.174), di mana lebih dari 90% siswa mendiskusikan dan mempresentasi hasil percobaan, bahkan 100% siswa berada dalam kelompok belajar, serta mengambil tanggung jawab (Tabel 4.31, h.165)

yang pada akhirnya menjadi pemikir kritis (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160).

Tingginya aktivitas siswa dalam pembelajaran dengan menggunakan model PFBKPS, oleh karena pembelajaran yang dirasakan oleh siswa menyenangkan seperti yang ditunjukkan Tabel 4.39 (h.176), 84,62% siswa merasa senang mengikuti pelajaran fisika dari guru. Proses pembelajaran yang dilakukan selama dua bulan (6 kali pertemuan) menyenangkan, memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif (Tabel 4.35, h.171; 4.36, h.172; 4.37, h.173; 4.38, h.174), serta memberikan ruang yang cukup bagi siswa untuk berpikir kritis (Tabel 4.25, h.159), dan berbeda dengan proses pembelajaran sebelumnya (Tabel 4.39, h.176). Perasaan senang oleh siswa dikarenakan oleh beberapa hal seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.39 (h.176), yaitu (i) banyak prakteknya, (ii) dapat mengetahui alat-alat yang dipakai dalam fisika, (iii) menambah ilmu pengetahuan, (iv) kesempatan bekerja dalam kelompok, dan (v) buku siswa dan LKS yang dibagikan merangsang untuk berpikir. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara beberapa siswa mengenai tanggapan terhadap kegiatan proses pembelajaran di kelas. Menurut siswa, hal yang berbeda adalah (i) banyak melakukan praktek untuk lebih memahami materi; (ii) mendapat kesempatan untuk belajar berpendapat melalui diskusi-diskusi kelompok.

Pelaksanaan uji coba luas, model PFBKPS mengalami beberapa kendala seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.17 (h. 150), siswa belum terbiasa melakukan kegiatan belajar dalam proses pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis seperti mengerjakan LKS yang berorientasi

investigasi autentik: *science process skills*, mempresentasikan hasil kerja kelompoknya, dan memberikan penjelasan rasional untuk menyempurnakan jawaban kelompok lain. Hal ini disebabkan oleh karena bahan ajar yang digunakan oleh guru selama ini kurang mendukung tumbuhnya keterampilan berpikir kritis siswa (Data *pretest* pada Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160). Hal ini dibuktikan hasil *preliminary study*, yaitu LKS kurang merangsang keterlibatan dan partisipasi siswa untuk belajar mandiri dan kelompok, LKS yang digunakan guru dalam proses pembelajaran kurang merangsang tumbuhnya berpikir kritis (Data *pretest* pada Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160), kurang merangsang berkembangnya keterampilan proses sains (Data *pretest* pada Tabel 4.18, h.152; 4.19, h.153; 4.20, 4.21, h.154; 4.22, h.155).

Hasil uji coba terbatas maupun uji coba luas menunjukkan bahwa lebih dari 80% siswa menyatakan hal-hal baru yang belum pernah mereka alami terutama dalam mengerjakan LKS pada pelajaran fisika yang pernah siswa ikuti adalah merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, membuat tabel, membuat grafik, menganalisis data, menginterpretasi data berdasarkan tabel dan/atau grafik, melakukan inferensi, dan menarik kesimpulan (Data pada Tabel 4.39, h.176 dan Tabel 4.40, h.178). Padahal menurut Slavin (2006), pengajaran efektif tentang berpikir kritis bergantung pada suasana kelas yang mendorong siswa berdiskusi melalui penggunaan bahan ajar berkualitas. Oleh karena itu, dengan menggunakan model PFBKPS, 100% siswa berada dalam kelompok belajar untuk mengerjakan LKS berorientasi pada keterampilan proses sains melalui investigasi autentik

(Tabel 4.13, h.147; 4.14, h.148; 4.15, 4.16, h.148) dengan menggunakan bahan ajar (yaitu buku siswa dan LKS) yang berkualitas (Tabel 4.4, h.126; 4.5, h.127). Suasana ini berdampak pada meningkatnya keterampilan berpikir kritis siswa, yaitu keterampilan menginterpretasi siswa meningkat sebesar 37,85, keterampilan menganalisis meningkat sebesar 29,23, keterampilan menginferensi meningkat sebesar 39,59 (Data Tabel 4.25, h.159).

Berdasarkan hasil diskusi di atas, diyakini bahwa perangkat pembelajaran yang telah valid (Tabel 4.3, h.125; 4.4, h.126; 4.5, h.127; 4.6, h.128) sebagai perangkat pendukung model pembelajaran PFBKPS mengindikasikan bahwa dapat dilaksanakan dan memudahkan guru membelajarkan siswa (Tabel 4.13, h.147; 4.14, h.148; 4.15, 4.16, h.148) dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160) melalui aktivitas berlatih keterampilan proses sains (Tabel 4.13, h.147; 4.14, h.148; 4.15, 4.16, h.148).

2. Keefektifan Model PFBKPS

Tabel 4.18 (h.152), 4.19 (h.153), 4.20, 4.21 (h.154), 4.22 (h.155) menunjukkan skor *pretest* keterampilan proses sains masih rendah. Hasil ini secara konsisten menunjukkan keterampilan proses sains siswa belum optimal (Haryono, 2006; Sohibin, et al., 2009; Khaeruddin, et al., 2011; Triwiyono, 2011). Jangka waktu 10 tahun, keterampilan proses sains dalam pembelajaran belum menjadi prioritas utama. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa selama ini siswa belajar fisika tidak memiliki kesempatan belajar dan berlatih keterampilan proses sains. Hal ini ditunjukkan oleh respon siswa pada Tabel 4.39

(h.176), lebih dari 80% siswa menyatakan hal-hal baru yang belum pernah dialami oleh siswa pada pelajaran fisika yang pernah diikuti adalah merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, membuat tabel, membuat grafik, menganalisis data, menginterpretasi data berdasarkan tabel dan/atau grafik, melakukan inferensi, dan menarik kesimpulan. Hasil uji coba luas ini sama dengan hasil yang diperoleh saat uji coba terbatas (Tabel 4.18, h.152). Selain itu, hasil tersebut sesuai dengan penelitian Nur (2011a) di SMA yang menemukan bahwa rendahnya keterampilan proses sains siswa disebabkan: (i) siswa belum memperoleh kesempatan maksimal dalam belajar keterampilan proses sains; (ii) siswa baru memperoleh kesempatan belajar sains sebagai produk, belum belajar sains sebagai proses; (iii) siswa tampak asing atau belum terbiasa mengerjakan tes keterampilan proses.

Keterampilan proses sains siswa masih rendah bukan berarti bahwa siswa tidak memiliki potensi untuk mengembangkan keterampilan proses sains, tetapi hanya siswa tidak memiliki kesempatan dalam pembelajaran untuk mengembangkannya. Hal ini dibuktikan dengan menerapkan model PFBKPS dalam pembelajaran, guru memberi kesempatan kepada siswa mengembangkan keterampilan proses sains (Tabel 4.13, h.147; 4.14, h.148; 4.15, 4.16, h.148) dengan cara siswa mengerjakan LKS yang berorientasi pada keterampilan proses sains melalui investigasi autentik (Tabel 4.35, h.171; 4.36, h.172; 4.37, h.173; 4.38, h.174), sehingga skor *posttest* siswa mengenai keterampilan proses sains mengalami peningkatan (Tabel 4.18, h.152; 4.19, h.153; 4.20, 4.21, h.154; 4.22, h.155), padahal sejak Kurikulum 2004 diberlakukan di Indonesia telah

menekankan pada penggunaan metode pembelajaran keterampilan proses sebagai metode pembelajaran sains dalam rangka memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan nilai-nilai dasar yang direfleksikan dalam kebiasaan berpikir dan bertindak. Bahkan, Kurikulum 2013 secara tegas menyatakan kompetensi dasar bidang studi fisika, yakni menunjukkan perilaku ilmiah seperti tekun, bertanggung jawab, dan berpikir kritis dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 (h.30).

Implementasi Kurikulum 2013 kurang didukung oleh perangkat pembelajaran untuk mencapai tujuan kurikulum, seperti buku siswa, penilaian, dan LKS yang dapat merangsang dan membiasakan keterampilan berpikir siswa seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2 bagian E.3, yaitu (i) tujuan pembelajaran dalam skenario Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang dibuat guru tidak spesifik melatih keterampilan proses sains. Rumusan tujuan pembelajaran hanya berorientasi pada kognitif produk, bahkan tidak ada satupun tujuan yang mengarah pada kognitif proses, yaitu berpikir tingkat tinggi (Khaeruddin, 2013a); (ii) bahan ajar (buku dan LKS) yang digunakan kurang merangsang keterampilan proses sains, contohnya buku SMA Kelas X sebagai pegangan guru yang digunakan di SMAN 9 Makassar adalah buku yang diterbitkan oleh pusat perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, tujuan pembelajaran yang tertulis dalam buku tersebut adalah (i) membedakan perpindahan dan jarak tempuh; (ii) membedakan kecepatan dan kelajuan baik nilai rata-rata maupun sesaatnya; (iii) membedakan percepatan dan perlajuan baik nilai rata-rata maupun sesaatnya; (iv)

menyimpulkan karakteristik gerak lurus beraturan (GLB); (v) menyimpulkan karakteristik gerak lurus berubah beraturan (GLBB); (vi) menerapkan besaran-besaran GLBB pada gerak jatuh bebas. Tujuan pembelajaran yang tertulis dalam buku tersebut menunjukkan bahwa keterampilan proses sains tidak dilatihkan secara sistematis dalam proses pembelajaran (Data *pretest* keterampilan proses sains pada Tabel 4.18 (h.152), 4.19 (h.153), 4.20, 4.21 (h.154), 4.22 (h.155) dan data respon siswa pada Tabel 4.39 (h.176), oleh karena tidak dirumuskan secara spesifik dalam tujuan pembelajaran. Padahal Kurikulum 2013 secara tegas menyatakan bahwa proses pembelajaran fisika dengan menggunakan pendekatan ilmiah yang basisnya adalah keterampilan proses sains.

Selain itu, tes yang diberikan kepada siswa sebagian besar masih berorientasi pada kognitif produk (penjelasan pada Bab 2 bagian E.3), contohnya tes Ujian Nasional (UN), proporsi butir tes kinerja keterampilan proses sains belum mendapat perhatian untuk dijadikan sebagai komponen penilaian. Padahal Kurikulum 2013 mempersyaratkan penggunaan penilaian hasil belajar terdiri dari penilaian unjuk kerja/kinerja. Perangkat pembelajaran yang ada saat ini belum mendukung terlaksananya Kurikulum 2013, hal ini ditunjukkan data *pretest* keterampilan proses sains siswa pada Tabel 4.18 (h.152), 4.19 (h.153), 4.20, 4.21 (h.154), 4.22 (h.155) dan data *pretest* keterampilan berpikir kritis siswa pada Tabel 4.24 (h.158), 4.25, 4.26 (h.159), 4.27, 4.28 (h.160) masih rendah. Padahal ketika bahan ajar, penilaian, dan LKS yang berorientasi pada keterampilan proses sains diimplementasikan dalam proses pembelajaran, keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa meningkat seperti yang ditunjukkan data

posttest keterampilan proses sains pada Tabel 4.18 (h.152), 4.19 (h.153), 4.20, 4.21 (h.154), 4.22 (h.155) dan data *posttest* keterampilan berpikir kritis pada Tabel 4.24 (h.158), 4.25, 4.26 (h.159), 4.27, 4.28 (h.160).

Tabel 4.18 (h.152), 4.19 (h.153), 4.20, 4.21 (h.154), 4.22 (h.155) juga menunjukkan bahwa dari 11 komponen keterampilan proses sains terdapat tiga komponen tidak mengalami peningkatan signifikan dari *pretest* pada pertemuan I materi Gerak Lurus ke *pretest* pertemuan I materi Hukum Newton, yaitu merumuskan definisi operasional variabel, membuat grafik, dan menarik kesimpulan jika dibandingkan dengan keterampilan proses sains lainnya. Padahal dari *pretest* pada pertemuan I materi Gerak Lurus ke *pretest* pertemuan I materi Hukum Newton, siswa telah memiliki kesempatan mengembangkan keterampilan tersebut selama tiga kali pertemuan seperti yang ditunjukkan data jumlah pertemuan dari *pretest* pada Tabel 4.13 (h.147) ke *pretest* pada Tabel 4.14 (h.147). Komponen-komponen tersebut masih rendah disebabkan oleh karena memiliki tingkat kesulitan yang lebih tinggi dibandingkan dengan komponen lainnya seperti komponen definisi operasional variabel, tidak semua rujukan yang digunakan dalam sebuah variabel penyelidikan sesuai dengan konteks. Definisi operasional variabel bersifat kondisional, sehingga menyusun definisi operasional variabel bersifat kondisional. Hal yang sama juga terjadi pada komponen membuat grafik, dan membuat kesimpulan bersifat kondisional. Oleh karena itu, agar memiliki keterampilan tersebut dibutuhkan waktu yang lebih lama.

Hasil tes keterampilan berpikir kritis siswa merupakan salah satu tujuan dari implementasi model PFBKPS. Tabel 4.24 (h.158), 4.25, 4.26 (h.159), 4.27,

4.28 (h.160) menunjukkan bahwa skor *pretest* keterampilan berpikir kritis masih rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran selama ini belum berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi atau HOTS (*Higher Order Thinking Skills*). Padahal Kurikulum 2013, Keterampilan abad ke 21, dan PISA mempersyaratkan penggunaan penilaian berorientasi pada HOTS (*Higher Order Thinking Skills*). Karakteristik tes PISA memiliki kemiripan dengan tes keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini, yaitu mengukur kemampuan siswa dalam hal menjelaskan fenomena ilmiah, menginterpretasi, menganalisis dan menginferensi data serta bukti ilmiah. Hal ini dibuktikan dengan rendahnya hasil tes keterampilan berpikir kritis siswa seiring dengan rendahnya hasil tes dan evaluasi PISA (*The Program for International Student Assessment*) Tahun 2015, peringkat dan rata-rata skor Indonesia di PISA tidak berbeda jauh dengan hasil tes dan survey PISA terdahulu pada tahun 2012 yang juga berada pada kelompok penguasaan materi yang rendah.

Rata-rata skor pencapaian siswa Indonesia bidang sains berada di peringkat 62 dari 69 negara yang dievaluasi. Rata-rata skor pencapaian siswa Indonesia di bidang sains memang mengkhawatirkan oleh karena peringkatnya lebih rendah dibandingkan dengan negara lain. Hasil ini tersirat kekhawatiran tentang kemampuan daya saing Indonesia di masa yang akan datang dibandingkan dengan Singapura yang menjuarai semua aspek dan indikator penilaian, atau pun sesama negara Asia Tenggara yang lainpun Indonesia masih tertinggal seperti Vietnam dan Thailand yang juga unggul di atas Indonesia. Oleh karena itu,

perangkat pembelajaran yang dapat merangsang dan membiasakan keterampilan berpikir kritis siswa merupakan kebutuhan (*need*) yang harus dipenuhi.

Menurut Liliarsari (2008), untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, pembelajaran sains berbasis keterampilan proses sains harus dioptimalkan. Pernyataan Liliarsari diperkuat oleh hasil penelitian ini, peningkatan keterampilan proses sains seiring dengan meningkatnya keterampilan berpikir kritis siswa, yaitu keterampilan proses sains meningkat sebesar 38,32 dari *pretest* ke *posttest* (Tabel 4.19, h.153), keterampilan berpikir kritis juga meningkat sebesar 35,56 dari *pretest* ke *posttest* (Tabel 4.25, h.159). Pola peningkatan ini konsisten terjadi pada materi hukum Newton, bahkan di sekolah lain (SMAN 10 Makassar) memiliki pola peningkatannya sama (Tabel 4.18, h.152; 4.19, h.153; 4.20, 4.21, h.154; 4.22, h.155) dan Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160). Pola peningkatan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis menunjukkan bahwa terdapat hubungan kedua keterampilan tersebut seperti yang diperlihatkan oleh hasil analisis regresi linier pada Tabel 4.30 (h.163). Hubungan kedua keterampilan tersebut di atas, oleh karena komponen-komponen berpikir kritis sebagian besar merupakan komponen keterampilan proses sains seperti *designing experiments, testing hypotheses, hypothesizing, predicting, infering, classifying, measuring, observing* (Hassard, J., 2005, p.332).

Para pakar hampir bulat ($N > 95\%$) memasukkan analisis dan inferensi sebagai inti keterampilan berpikir kritis dan terdapat konsensus pakar yang kuat ($N > 87\%$) yang menyatakan bahwa interpretasi juga sebagai inti keterampilan berpikir kritis (Nur, Nasution, & Suryanti, 2013, h.7). Hasil penelitian ini juga

menguatkan pendapat Curto & Bayer (2005), dan menguatkan hasil penelitian Santoso (2010), Rahma (2012), Nelawati (2013), yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis keterampilan proses sains yang di dalamnya terdapat proses perencanaan prosedur penyelidikan dan penarikan kesimpulan yang dilakukan oleh siswa dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dari pada pembelajaran berbasis keterampilan proses sains yang proses perencanaan serta prosedur penyelidikannya dilakukan oleh guru.

Model PFBKPS sebagai alternatif model yang mengoptimalkan penerapan keterampilan proses sains dalam pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hal ini dibuktikan meningkatnya keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis secara signifikan seperti yang ditunjukkan hasil analisis *pretest-posttest* melalui uji-t satu pihak pada Tabel 4.21 (h.154) dan 4.22 (h.155). Hasil uji coba ini juga menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model PFBKPS tergolong baik, baik materi gerak lurus maupun Hukum Newton seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.13 (h.147), 4.14 (h.148), 4.15, 4.16 (h.148). Guru mengajar sesuai dengan RPP yang telah didesain sebelumnya seperti guru dapat memfasilitasi terjadinya interaksi antara guru dengan siswa dan dapat memfasilitasi terjadinya interaksi antar siswa seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.35 (h.171), 4.36 (h.172), 4.37 (h.173), 4.38 (h.174), lebih dari 90% siswa mendiskusikan dan mempresentasi hasil percobaan, bahkan 100% siswa berada dalam kelompok belajar, guru melaksanakan fase ketiga dengan baik (Tabel 4.13, h.147; 4.14, h.148; 4.15, 4.16, h.148), oleh karena mengoptimalkan keterampilan proses sains siswa melalui kegiatan investigasi

(Tabel 4.35, h.171; 4.36, h.172; 4.37, h.173; 4.38, h.174), yaitu lebih dari 80% siswa terlibat mengerjakan LKS yang berorientasi pada keterampilan proses sains melalui investigasi autentik dan persentasenya meningkat dari pertemuan ke pertemuan berikutnya sehingga terjadi peningkatan keterampilan menginterpretasi dan menginferensi siswa berdasarkan data, yaitu keterampilan menginterpretasi siswa meningkat sebesar 37,85, keterampilan menganalisis meningkat sebesar 29,23, keterampilan menginferensi meningkat sebesar 39,59 (Tabel 4.25, h.159).

Peningkatan keterampilan berpikir kritis setelah menggunakan model PFBKPS juga diiringi dengan pengembangan afektif dan psikomotorik yang baik, yaitu ketekunan dan tanggung jawab (Tabel 4.31, 4.32, h.165). Berkembangnya afektif dengan baik selama pembelajaran berlangsung, oleh karena penggunaan model PFBKPS dalam pembelajaran, siswa melakukan aktivitas (aspek psikomotorik) yang berhubungan dengan tanggung jawab dan membutuhkan ketekunan melalui kegiatan LKS yang berorientasi pada keterampilan proses sains (Tabel 4.35, h.171; 4.36, h.172; 4.37, h.173; 4.38, h.174). Dengan demikian, setiap pembelajaran berlangsung siswa memiliki kesempatan bertanggungjawab dan tekun melakukan aktivitas dalam rangka meningkatkan keterampilan berpikir kritisnya (Tabel 4.24, h.158; 4.25, 4.26, h.159; 4.27, 4.28, h.160). Schafersman (1991) berpendapat bahwa *Critical thinking means correct thinking in the pursuit of relevant and reliable knowledge about the world. Another way to describe it is reasonable, reflective, responsible, and skillful thinking that is focused on deciding what to believe or do.* Keterampilan berpikir kritis sendiri memiliki makna sebagai proses reflektif, bertanggung jawab, dan tekun melakukan

seperangkat kegiatan sehingga dengan berpikir kritis seseorang menjadi individu yang lebih bertanggung jawab dan tekun seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.31 (h.165) dan Lampiran 6, yaitu ketekunan siswa rata-rata skornya sebesar 79,05 dan tanggung jawab siswa rata-rata skornya sebesar 76,39.

Implementasi model PFBKPS juga berdampak pada aspek psikomotorik siswa mengalami peningkatan baik di SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar seperti di SMAN 9 Makassar, rata-rata skor siswa dalam hal menyiapkan alat dan bahan untuk materi gerak lurus mengalami peningkatan sebesar 23,61 (Tabel 4.33, h.166). Namun, data *pretest* pada Tabel 4.33 (h.166), 4.34 (h.167) tampak bahwa skor psikomotorik siswa sebelum dilaksanakan pembelajaran masih di bawah skor 50,00 dan termasuk kategori rendah, yaitu siswa memiliki psikomotorik dalam menyiapkan alat dan bahan serta merakit alat dan bahan. Skor psikomotorik siswa pada *pretest* masih rendah oleh karena siswa jarang melakukan eksperimen dan kalau pun siswa melakukan eksperimen alat dan bahannya telah disiapkan oleh gurunya sehingga siswa tidak memiliki kesempatan untuk menyiapkan sendiri alat dan bahan yang digunakan. Hal ini terbukti, setelah dilakukan pembelajaran dengan menggunakan model PFBKPS, siswa aktif berbuat dan bertindak dalam hal menyiapkan dan merakit alat dan bahan sehingga siswa terbiasa dan terlatih serta memiliki pengalaman langsung sehingga skor psikomotorik siswa mengalami peningkatan hingga mencapai skor 73,96 seperti yang ditunjukkan pada data *posttest* Tabel 4.33 (h.166).

Materi Hukum Newton tampak bahwa skor psikomotorik dengan menggunakan simulasi program PhET siswa sebelum dilaksanakan pembelajaran

masih di bawah skor 50,00 dan termasuk kategori rendah. Skor psikomotorik siswa pada *pretest* masih rendah oleh karena siswa hanya diberi dua kali pelatihan sebelum pembelajaran dilaksanakan sehingga skor *pretest* siswa memperoleh sebesar 46,13 (Tabel 4.33, h.166) yang sebelumnya mereka tidak pernah menggunakan program PhET. Skor psikomotorik siswa mengalami peningkatan setelah dilakukan pembelajaran dengan menggunakan model PFBKPS hingga mencapai skor 88,59 seperti yang ditunjukkan pada data *posttest* Tabel 4.33 (h.166). Program PhET yang digunakan pada uji coba luas sebagai alternatif solusi atas keterbatasan alat dan bahan yang dimiliki laboratorium sekolah. Penggunaan program PhET dapat mengaktifkan siswa melakukan keterampilan proses sains (Tabel 4.39, h.176; 4.40, h.178), bahkan 100% siswa mengatakan program PhET memudahkan dan menarik dalam mempelajari fisika (Tabel 4.39, h.176; 4.40, h.178).

Oleh karena itu, berdasarkan analisis dan pembahasan hasil uji coba terbatas dan uji coba luas dapat dikatakan model PFBKPS memenuhi aspek valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains. Hal tersebut sesuai dengan Permenristek Dikti No. 44 Tahun 2015 yang menekankan pada inovasi dan aspek kebaruan dalam penelitian doktor harus menggunakan **pendekatan transdisipliner** yang diharapkan dapat memecahkan masalah dan membuat pemahaman baru, maka penelitian ini dalam rangka memecakan masalah rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa menggunakan bidang kajian psikologi, fisika, dan pendidikan. Hasil sintesis dengan menggunakan pendekatan transdisipliner secara ringkas disajikan pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1
Model PFBKPS Terbukti Berkualitas Tinggi

Kriteria		Indikator	Keterangan
Validitas isi	<i>Need</i>	<i>Expected</i>	Model PFBKPS dan perangkatnya dinyatakan valid untuk memenuhi kebutuhan Kurikulum 2013.
		<i>Actual</i>	Model PFBKPS dan perangkatnya mendukung keterlaksanaan Kurikulum 2013.
	<i>State-of-the-art</i>	<i>Expected</i>	Desain Model PFBKPS dan perangkatnya didasarkan pada pengetahuan mutakhir dinyatakan valid.
		<i>Actual</i>	Desain Model PFBKPS dan perangkatnya didasarkan pada referensi mutakhir, Kurikulum 2013, dan keterampilan abad 21 sebagai pengetahuan mutakhir, yaitu keterampilan berpikir kritis.
Validitas konstruk		<i>Expected</i>	Model PFBKPS dan perangkatnya dirancang ‘secara logis’ di SMA dinyatakan valid.
		<i>Actual</i>	Model PFBKPS dan perangkatnya dapat dilaksanakan oleh guru dan meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar.
Kepraktisan		<i>Expected</i>	Model PFBKPS dan perangkat dinyatakan valid untuk digunakan di SMA.
		<i>Actual</i>	Model PFBKPS dan perangkat dapat dilaksanakan guru dengan baik dan mengaktifkan siswa dalam proses pembelajaran di SMA SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar.
Keefektifan		<i>Expected</i>	Model PFBKPS dan perangkat dinyatakan valid untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa SMA.
		<i>Actual</i>	Model PFBKPS dan perangkat dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis, mengembangkan afektif, dan psikomotorik siswa SMAN 9 Makassar dan SMAN 10 Makassar.

C. Temuan Penelitian

Temuan utama penelitian dikaitkan dengan validitas, kepraktisan dan keefektifan dari model PFBKPS sebagai produk dari *Educational Design Research (EDR)*. Akker, et al (2007) menyatakan bahwa produk pendidikan harus valid, praktis dan efektif. Berikut ini diuraikan beberapa temuan utama penelitian pengembangan model PFBKPS.

1. Model PFBKPS yang dikembangkan termasuk valid secara isi dan konstruk. Validator memberikan penilaian meliputi: (i) teori pendukung model sebesar 4,00 dengan tingkat reliabilitas sebesar 100%; (ii) sintaks sebesar 3,75 dengan tingkat reliabilitas sebesar 92,85%; (iii) sistem sosial sebesar 3,67 dengan tingkat reliabilitas sebesar 90,47%; (iv) prinsip reaksi sebesar 4,75 dengan tingkat reliabilitas sebesar 100%; (v) sistem pendukung sebesar 3,25 dengan tingkat reliabilitas sebesar 92,85%; (vi) dampak instruksional dan dampak pengiring model sebesar 4,00 dengan tingkat reliabilitas sebesar 100%.
2. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan untuk mendukung model PFBKPS termasuk valid, yaitu validator memberikan penilaian meliputi: (i) RPP sebesar 3,90 dengan tingkat reliabilitas sebesar 100%; (ii) LKS dengan materi gerak lurus dan hukum Newton masing-masing sebesar 3,62 dan 3,50 dengan tingkat reliabilitas sebesar 96,42% dan 100%; (iii) buku siswa materi gerak lurus dan hukum Newton masing-masing sebesar 3,67 dan 3,72 dengan tingkat

reliabilitas sebesar 94,29% dan 95,09%; (iv) lembar penilaian materi gerak lurus dan hukum Newton masing-masing sebesar 4,00 dan 3,70 dengan tingkat reliabilitas sebesar 100,00% dan 97,95%.

3. Model PFBKPS yang dikembangkan dalam penelitian ini termasuk kategori praktis oleh karena guru mampu melaksanakan dan membelajarkan siswa dengan lebih 80% siswa aktivitas sesuai dengan skenario pembelajaran. Langkah-langkah pembelajaran sebagai bentuk rencana operasional model PFBKPS dapat terlaksana dengan baik sehingga mampu memainkan peran penting dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis.
4. Model PFBKPS yang dikembangkan dalam penelitian ini termasuk kategori efektif karena memberikan dampak terhadap optimalnya keterampilan proses sains, meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, mengembangkan tanggungjawab dan menimbulkan ketekunan siswa serta meningkatkan psikomotorik siswa. Selain itu, juga ditemukan terdapat hubungan antara keterampilan proses sains dengan keterampilan berpikir kritis.

BAB VI

P E N U T U P

A. Simpulan

Berdasarkan hasil uji coba, analisis, dan diskusi hasil uji coba model PFBKPS, maka dapat disimpulkan.

1. Kelayakan Model PFBKPS

Kelayakan model PFBKPS untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis siswa SMA dideskripsikan sebagai berikut.

- a. Model PFBKPS yang dikembangkan dalam penelitian ini termasuk valid secara isi dan konstruk. Valid secara isi karena terdapat unsur kebaruan (*state-of-the-art*) dan valid secara konstruk karena terdapat konsistensi antar bagian model serta terdapat konsistensi antara model yang dikembangkan dengan teori-teori belajar yang melandasinya.
- b. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti valid dan dapat digunakan untuk mendukung implementasi model PFBKPS.
- c. Model PFBKPS yang dikembangkan dalam penelitian ini termasuk kategori praktis oleh karena guru mampu melaksanakan dan membelajarkan siswa dengan lebih 80% siswa aktivitas sesuai dengan skenario pembelajaran. Langkah-langkah pembelajaran sebagai bentuk rencana operasional model PFBKPS dapat terlaksana dengan baik sehingga mampu memainkan peran penting dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis.

- d. Model PFBKPS yang dikembangkan dalam penelitian ini termasuk kategori efektif karena memberikan dampak terhadap optimalnya keterampilan proses sains, meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, mengembangkan tanggung jawab dan menimbulkan ketekunan siswa serta meningkatkan psikomotorik siswa. Selain itu, juga ditemukan terdapat hubungan antara keterampilan proses sains dengan keterampilan berpikir kritis serta siswa memberikan respon positif terhadap proses pembelajaran model PFBKPS.

2. Hasil Penelitian

Sesuai dengan pedoman penulisan tesis dan disertasi Program Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya Tahun 2015/2016 dinyatakan bahwa pada sub bagian simpulan dideskripsikan hasil penelitian. Oleh karena itu, bagian ini peneliti mendeskripsikan produk penelitian sebagai salah satu bagian dari hasil penelitian. Penelitian pengembangan ini menghasilkan suatu produk berupa **buku model PFBKPS** dengan sintkas model terdiri dari empat fase, yaitu (1) identifikasi ide; (2) kolaborasi; (3) investigasi autentik: *Science Processes Skills*; 4) diskusi kelas dan presentasi. Model PFBKPS telah dikembangkan dengan mempertimbangkan beberapa unsur kebaruan (*state-of-the-art*), kebutuhan (*need*), konsistensi antar bagian model, dan konsistensi antara model dengan teori belajar yang telah mapan. Unsur kebaruan (*state-of-the-art*) dari model PFBKPS adanya sesi keterampilan proses sains yang dirancang khusus, bahkan menjadi fase tersendiri untuk melatih keterampilan proses sains, keterampilan berpikir kritis, mengembangkan ketekunan dan tanggung jawab melalui interaksi sosial. Unsur

kebutuhan (*need*) dari model PFBKPS adalah dapat mendukung implementasi Kurikulum 2013 sehingga berdampak pada ketercapaian kompetensi. Model PFBKPS dapat juga digunakan untuk mengajarkan salah satu keterampilan abad ke-21 dan PISA (*The Program for International Student Assessment*). Model PFBKPS telah memiliki konsistensi antar komponen model, yaitu rasional model, sintaks model, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung serta dampak instruksional dan dampak pengiring. Model PFBKPS juga telah memiliki konsistensi dengan teori yang melandasi, yaitu teori belajar kognitif sosial dan teori konstruktivis.

Penelitian pengembangan ini juga menghasilkan suatu produk berupa perangkat pembelajaran yang digunakan untuk mendukung implementasi model PFBKPS. Perangkat pembelajaran dikembangkan untuk dua bahan kajian, yaitu gerak lurus dan Hukum Newton yang dikemas dalam bentuk buku masing-masing pertemuan. Berikut uraian produk penelitian dalam bentuk perangkat pendukung model PFBKPS sebagai berikut.

- a. Pertemuan I, materi Karakteristik GLB meliputi Silabus 01, RPP 01, LKS 01 pengaruh besar kemiringan terhadap waktu tempuh, dan Lembar Penilaian (LP) 01.
- b. Pertemuan II, materi Karakteristik GLBB meliputi Silabus 02, RPP 02, LKS 02 pengaruh jarak terhadap waktu tempuh, dan Lembar Penilaian (LP) 02.

- c. Pertemuan III, materi Gerak Jatuh Bebas (GJB) meliputi Silabus 03, RPP 03, LKS 03 pengaruh ketinggian terhadap waktu tempuh, dan Lembar Penilaian (LP) 03.
- d. Pertemuan IV, materi Hukum I dan II Newton meliputi Silabus 04, RPP 04, LKS 04 hubungan gaya dengan percepatan, dan Lembar Penilaian (LP) 04.
- e. Pertemuan V, materi Hukum II dan III Newton meliputi Silabus 05, RPP 05, LKS 05 hubungan massa dengan percepatan, dan Lembar Penilaian (LP) 05.
- f. Pertemuan VI, materi gaya gesekan meliputi Silabus 06, RPP 06, LKS 06 gaya gesekan, dan Lembar Penilaian (LP) 06.
- g. Buku siswa meliputi materi gerak lurus dan hukum Newton.
- h. *Pretest* materi gerak lurus meliputi: tes kognitif keterampilan berpikir kritis, kunci tes kognitif keterampilan berpikir kritis, tes kinerja keterampilan proses sains, kunci tes kinerja keterampilan proses sains, lembar pengamatan afektif, rubrik penilaian pengamatan afektif, lembar pengamatan psikomotorik, kunci pengamatan psikomotorik.
- i. *Posttest* materi gerak lurus meliputi: tes kognitif keterampilan berpikir kritis, kunci tes kognitif keterampilan berpikir kritis, tes kinerja keterampilan proses sains, kunci tes kinerja keterampilan proses sains, lembar pengamatan afektif, rubrik penilaian

pengamatan afektif, lembar pengamatan psikomotorik, kunci pengamatan psikomotorik.

- j. *Pretest* materi Hukum Newton meliputi: tes kognitif keterampilan berpikir kritis, kunci tes kognitif keterampilan berpikir kritis, tes kinerja keterampilan proses sains, kunci tes kinerja keterampilan proses sains, lembar pengamatan afektif, rubrik penilaian pengamatan afektif, lembar pengamatan psikomotorik, kunci pengamatan psikomotorik.
- k. *Posttest* materi Hukum Newton meliputi: tes kognitif keterampilan berpikir kritis, kunci tes kognitif keterampilan berpikir kritis, tes kinerja keterampilan proses sains, kunci tes kinerja keterampilan proses sains, lembar pengamatan afektif, rubrik penilaian pengamatan afektif, lembar pengamatan psikomotorik, kunci pengamatan psikomotorik.
- l. Instrumen validasi model pembelajaran dan perangkat pendukungnya.

B. Saran

Sebagai implikasi dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diberikan beberapa saran sebagai berikut.

- a. Mengembangkan perangkat pembelajaran inovatif untuk semua level sekolah dengan merujuk *learning package* yang telah dikembangkan oleh negara-negara maju.

- b. Penyederhanaan pada beberapa LKS agar lebih mudah dilaksanakan pada saat implementasi model PFBKPS untuk penelitian selanjutnya.
- c. Guru-guru perlu mencoba mengimplementasikan model PFBKPS dalam rangka memberikan dukungan terhadap validitas, kepraktisan, dan keefektifan model PFBKPS.
- d. Siswa yang belum terbiasa mengerjakan LKS yang berorientasi investigasi otentik: *science processes skills*, maka sebelum mengimplementasikan model PFBKPS perlu dilakukan pelatihan keterampilan proses sains bagi guru dan siswa.
- e. Sekolah yang memiliki keterbatasan alat dan bahan eksperimen di sekolah, maka perlu menggunakan program simulasi seperti **program PhET**.

DAFTAR PUSTAKA

- Abruscato, J. (1992). *Teaching children science*. Boston: Allyn & Bacon.
- Adams, B. L. (1999). Nursing education for critical thinking: An integrative review. *Journal of Nursing Education*, 38(3), 111-119.
- Akker, J.V., Bannan, B., Kelly, A.E., Plomp, T., & Nieveen, N. (2007). An introduction to educational design research. In *Proceedings of the Seminar Conducted at the East China Normal University [Z]*. Shanghai: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Akinbobola, A. O., & Afolabi, F. (2010). Analysis of science process skills in West African senior secondary school certificate physics practical examinations in Nigeria. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 5(4), 234-240.
- Aktamış, H., & Yenice, N. (2010). Determination of the science process skills and critical thinking skill levels. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3282-3288.
- Allison, J., & Pan, W. (2011). Implementing and Evaluating the Integration of Critical Thinking into Problem Based Learning in Environmental Building. *Journal for Education in the Built Environment*, 6(2), 93-115.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Allyn & Bacon.
- Arends, R. (2012). *Learning to teach*. McGraw-Hill Higher Education.
- Aunurrahman. (2013). *Belajar dan pembelajaran*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Bai, H. (2009). Facilitating students' critical thinking in online discussion: An instructor's experience. *Journal of Interactive Online Learning*, 8(2), 156-164.
- Bailin, S., Case, R., Coombs, J. R., & Daniels, L. B. (1999). Common misconceptions of critical thinking. *Journal of Curriculum Studies*, 31(3), 269-283.
- Baker, M., Rudd, R., & Pomeroy, C. (2001). Relationships between critical and creative thinking. *Journal of Southern Agricultural Education Research*, 51(1), 173-188.

- Bangert-Drowns, R. L., & Bankert, E. (1990). Meta-Analysis of Effects of Explicit Instruction for Critical Thinking. *National Library of Australia*.
- Baviskar 1, S. N., Hartle, R. T., & Whitney, T. (2009). Essential criteria to characterize constructivist teaching: derived from a review of the literature and applied to five constructivist-teaching method articles. *International Journal of Science Education*, 31(4), 541-550.
- Beyer, B. K. (2008). What research tells us about teaching thinking skills. *The Social Studies*, 99(5), 223-232.
- Borich, G. D. (1994). Observation skills for effective teaching. *New York*.
- Borich, G. D. (Eds.). (2006). *Teaching strategies that promote thinking: Models and curriculum approaches*. McGraw-Hill.
- Brian, W.F., Stephen, E.K., & Luanna, S.G. (2008). Accounting for variability in student responses to motion questions. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 4(2), 020102.
- Broadbear, J. T. (2003). Essential elements of lessons designed to promote critical thinking. *The Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 3(3), 1-8.
- Brookfield, S., Tennant, M., & Pogson, P. (2005). *Theory and methods of educating adults*. New York: Wiley.
- BSNP. (2006). *Standar isi*. Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan.
- Budiningsih, A. (2005). *Belajar dan pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Burden, P. R., & Byrd, D. M. (2007). *Methods for effective teaching: Meeting the needs of all students*. Pearson.
- Carin, A. A. (1993). *Teaching modern science*. Merrill.
- Chang, W. (2005). Impact of constructivist teaching on students' beliefs about teaching and learning in introductory physics. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education*, 5(1), 95-109.
- Choy, S. C. (2012). Reflective Thinking and Teaching Practices: A Precursor for Incorporating Critical Thinking into the Classroom?. *Online Submission*, 5(1), 167-182.

- Clifton, G. (2012). Supporting the development of critical thinking: Lessons for widening participation. *Widening Participation and Lifelong Learning*, 14(2), 29-39.
- Collis, K. F., & Davey, H. A. (1986). A technique for evaluating skills in high school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 651-663.
- Cooper, P. J., & Simonds, C. (2005). *Communication for the classroom teacher*. Pearson College Division.
- Cooper, J., & Robinson, P. (1998). Small group instruction in science, mathematics, engineering, and technology: A discipline status report and a teaching agenda for the future. *Journal of College Science Teaching*, 27(6), 383.
- Curto, K., & Bayer, T. (2005). Writing & Speaking to Learn Biology: An Intersection of Critical Thinking and Communication Skills. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, 31(4), 11-19.
- Damirchi, Q. V., Seyyedi, M. H., & Rahimi, G. (2012). Evaluation of knowledge and critical thinking at Azad Islamic University. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(9), 213-221.
- Depdiknas. (2002). Pendekatan Kontekstual (Contextual Teaching and Learning). Jakarta: Depdiknas.
- Depdiknas. (2003). Kurikulum berbasis kompetensi Mata Pelajaran Fisika SMA dan MA. Jakarta: Depdiknas.
- Derry, S. J., & Murphy, D. A. (1986). Designing systems that train learning ability: From theory to practice. *Review of educational research*, 56(1), 1-39.
- Dikbud. (2003). Perencanaan pembelajaran. Jakarta: Dirjen Dikdas dan Tenaga Kependidikan.
- Driver, R., & Bell, B. (1985). Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School science review*, 67(240), 443-56.
- Drost, P. J. (1998). Pendidikan Sains yang humanistik. Yogyakarta: Kanisius.
- Ennis, R. H. (1996). A concept of critical thinking. *Harvard educational review*.
- Facione, P. A. (2011). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight Assessment*, 2007(1), 1-23.

- Fisher, A. (2001). *Critical thinking: An introduction*. Cambridge University Press.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (Vol. 7). New York: McGraw-Hill.
- Garrison, D. R. (1991). Critical thinking and adult education: A conceptual model for developing critical thinking in adult learners. *International Journal of Lifelong Education*, 10(4), 287-303.
- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. *Educational design research*, 17-51.
- Gokhale, A. A. (1995). Collaborative learning enhances critical thinking. *Journal of Technology education*.
- Gordon, M. (2009). Toward a pragmatic discourse of constructivism: Reflections on lessons from practice. *Educational studies*, 45(1), 39-58.
- Hackett, J.K., Richard H. M., Vasquez, J., Teferi., M., & Zike, D. (2011). *Science, Grade 4: A closer look*: Macmillan/McGraw-Hill.
- Hall, D. (2011). Debate: Innovative teaching to enhance critical thinking and communication skills in healthcare professionals. *Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, 9(3), 7.
- Halpern, D. F. (1995). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*. Routledge.
- Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Disposition, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American psychologist*, 53(4), 449.
- Haryono. (2006). Model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains. *Jurnal Pendidikan Dasar Vol.7 No.1* , 1-13.
- Hassard, J. (2005). *The art of teaching science: Inquiry and innovation in middle school and high school*. Routledge.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. *Unpublished.[online] URL: <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf>*.
- Irwan, A., & Khaeruddin. (2008). Belajar dan pembelajaran MIPA. *Makassar: Lembaga Penerbitan dan Kepustakaan Universitas Muhammadiyah Makassar*.

- Jaedun, A.(2008). Penerapan model pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kinerja pembelajaran fisika. *Seminar Nasional Yogyakarta: UNY*.
- Janice L. A., & Barnett, M. (2013). Learning physics with digital game simulations in middle school science. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 914-926.
- Jennifer, H. (1998). *Effect of a model for critical thinking on student achievement in primary source document analysis and interpretation, argumentative reasoning, critical thinking dispositions, and history content in a community college history course*. Florida: *Disertation*, Education University of South Florida.
- Joyce, B. R., Weil, M., & Calhoun, E. (2000). *Models of teaching* (Vol. 499). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Karamustafaoğlu, S. (2011). Improving the science process skills ability of science student teachers using I diagrams. *Eurasian J. Phys. Chem. Educ*, 3(1), 26-38.
- Keeley, S. M., Browne, M. N., & Kreutzer, J. S. (1982). A comparison of freshmen and seniors on general and specific essay tests of critical thinking. *Research in Higher Education*, 17(2), 139-154.
- Kelly, D., Riley, Brown, G., Condon, B., & Law, R. (2001). Washington State University critical thinking project. *The Center for Teaching, Learning, Technology, General Education & The Writing Programs*, Pullman, WA.
- Kemdikbud. (2016). Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar. *Jakarta: Kemendikbud*.
- Kennedy, M.L., & Jones, R. (2009). *Critical thinking*. SLA 2009 Annual Meeting Washington DC.
- Khaeruddin & Eko, H.S. (2005). Pembelajaran IPA berbasis KBK. *Makassar State University Press*.
- Khaeruddin, Martawijaya, & Natsir. (2011). Model Pembelajaran Fisika Melalui Strategi Berpikir Secara Berpasangan (Model PF-SBSP) untuk meningkatkan keterampilan proses sains-fisika. *Jurnal MIPA dan Pembelajarannya Universitas Negeri Makassar*, 5-6.

- Khaeruddin. (2013a). Analisis keterampilan berpikir kritis Siswa SMA. *Surabaya: Laporan Penelitian Pendahuluan (preliminary study). Pascasarjana Unesa Surabaya.*
- Khaeruddin. (2013b). Karakteristik perangkat pembelajaran guru sma ditinjau dari perspektif keterampilan berpikir kritis. *Prosiding Seminar Nasional FKIP Universitas Jember, ISBN: 978-602-17886-0-8, Maret 2013.*
- Khaeruddin, Nur, & Wasis. (2016a). Critical thinking skills profile of high school students in learning science-physics. *Proceedings 3rd ICRIEMS Yogyakarta State University, ISBN: 978-602-74529-0-9, May 2016.*
- Khaeruddin, Nur, & Wasis. (2016b). Critical thinking skills of students senior high school Newton's laws materials and application. *Proceedings International Seminar on Education Muhammadiyah University of Makassar, ISBN: 978-602-8187-55-8, May 2016.*
- Kheng, Y. T. (2008). Science Process Skills Form 4. *Selangor: Pearson Longman.*
- Kincaid, M. (2004). *Learning thinking and creative.* Scotlandia: Learning and Teaching Scotland.
- King, K. P. (2002). Examination of the Science-Technology-Society Approach to the Curriculum.
- Klimovienė, G., Urbonienė, J., & Barzdžiukienė, R. (2006). Developing critical thinking through cooperative learning. *Kalby Studijos*, (9), 77-84.
- Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational researcher*, 28(2), 16-46.
- Lai, E. R. (2011). Critical thinking: A literature review. *Pearson's Research Reports*, 6, 40-41.
- Lien, P.C. (2009). *Learning from based learning in web-based environment: systematic review.* PBL Symposium: p. 17.
- Liliasari, Agus S., & Ari, W.(2007). Pembelajaran berbasis TI untuk mengembangkan keterampilan generik sains dan berpikir tingkat tinggi pebelajar. *Laporan Penelitian Hibah Pascasarjana, Jakarta DIKTI.*
- Liliasari. (2008). Berpikir kritis dalam pembelajaran sains kimia menuju profesionalitas guru. *Laporan Penelitian Hibah Pascasarjana, Jakarta DIKTI.*

- Lunenburg, F. C. (2011). Critical thinking and constructivism techniques for improving student achievement. In *National Forum of Teacher Education Journal* (Vol. 21, No. 3, pp. 1-9).
- Luthvitasari, N., Ngurah Made D. P., Linuwih, S.(2013). Implementasi pembelajaran berbasis proyek pada keterampilan berpikir dan kemahiran generik sains. *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology Unnes Semarang*.
- Mainali, B. P. (2011). Critical thinking for quality education. *Academic Voices: A Multidisciplinary Journal*, 1, 6-12.
- Martin, D.(2011). Introduction to the special issue on critical thinking in higher education. *Higher Education Research & Development*, 30(3), 255-260.
- Masek, A., & Yamin, S. (2011). The effect of problem based learning on critical thinking ability: a theoretical and empirical review. *International Review of Social Sciences and Humanities*, 2(1), 215-221.
- Matthews, Roberta S., Cooper, James L., Davidson, Neil., Hawkes, Peter. (1998). *Building bridges between cooperative and collaborative learning*. Change July/August 1995 pp 34-4.
- McKagan, S. B., Perkins, K. K., Dubson, M., Malley, C., Reid, S., LeMaster, R., & Wieman, C. E. (2008). Developing and researching PhET simulations for teaching quantum mechanics. *American Journal of Physics*, 76(4), 406-417.
- McPeck, J. E. (1990). Some practical guidelines for teaching critical thinking. *Teaching Critical Thinking: Dialogue and Dialectic*, 48-53.
- Mc Colum .(2009). *A scientific approach to teaching*. Diunduh dari <http://kamccollum.wordpress.com/2009/08/01/a-scientific-approach-to-teaching/> last update Januari 2013
- Muhlisin, A., Susilo, H., Mohamad, A. M. I. N., & Rohman, F. (2016). Improving critical thinking skills of college students through RMS model for learning basic concepts in science. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 17, No. 1, p. n1). Hong Kong Institute of Education. 10 Lo Ping Road, Tai Po, New Territories, Hong Kong.
- National Research council. (1996). *National science education standards*. National Academies Press.

- Nelawati. (2013). *Pengaruh keterampilan proses sains berwawasan lingkungan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa*. Diunduh dari <http://fkip.unila.ac.id/ojs/data/journals/16/articles/147/submission/review/> [diakses tanggal 3 Maret 2013].
- Noah, F., Wendy, A., Christopher, K., Katherine, P., & Carl, W. (2006). High-tech tools for teaching physics: The physics education technology project. *Journal of Online Learning and Teaching*, 2(3).
- Nur. (1998). Proses belajar mengajar dengan pendekatan keterampilan proses. *Surabaya: SIC Surabaya*.
- Nur. (2000). Model-model pengajaran. *PSMS Unesa Surabaya*.
- Nur. (2011a). Hasil-hasil penelitian dan pengembangan perangkat pembelajaran bermuatan keterampilan berfikir dan perilaku berkarakter pendukung pendidikan IPA bertaraf internasional. *Makalah yang dipresentasikan dalam Seminar Nasional Pendidikan MIPA yang diselenggarakan oleh Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Sriwijaya pada Tanggal 17 September 2011*.
- Nur. (2011b). Model pembelajaran berdasarkan masalah. *Surabaya: PSMS Unesa*.
- Nur. (2011c). Model pembelajaran kooperatif. *Surabaya: PSMS Unesa*.
- Nur, Nasution, & Suryanti, J. (2013). Berpikir kritis. *Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi*. *Surabaya: Unesa*.
- Nury, F., Nury, H., & Agustini, R. (2012). Penerapan model pembelajaran diskusi kelas dengan strategi beach ball pada Materi Pokok Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit di SMAN 22 Surabaya (Implementation of class discussion learning model with beach ball strategy on subject matter of electrolyte). *UNESA Journal of Chemical Education Vol 1, No 1 (2012)*.
- Nuryani, R. (2013). Asesmen pendidikan IPA. *Direktori SPS Prodi Pendidikan IPA UPI Bandung*.
- Norris, S. P. (1985). Synthesis of research on critical thinking. *Educational leadership*, 42(8), 40-45.
- Ong Eng Tek. (1998). The Effect of Cooperative Learning on the Mathematics Achievement of Form 4 Students in a Malaysian Secondary School. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 21(2), 44-67.

- Ornstein, A. C. (1995). *Strategies for effective teaching*. WCB/McGraw-Hill.
- Ozkahraman, S., & Yildirim, B. (2011). An overview of critical thinking in nursing and education. *American International Journal of Contemporary Research*, 1(2), 190-196.
- Paul, R., & Elder, L. (2007). *Critical thinking competency standards*. Foundation for Critical Thinking.
- Parker, W. C. (2009). *Social Studies in Elementary Education*, 14/e. Pearson Education India.
- Perkins, J., & Tishman. (1993). New conceptions of thinking: From ontology to education. *Educational psychologist*, 28(1), 67-85.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1989). Are cognitive skills context-bound?. *Educational researcher*, 18(1), 16-25.
- PISA. (2015). *PISA 2015 released field trial cognitive items*. OECD Programme for International Student Assessment 2015.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2010). An introduction to educational design research. In *Proceedings of the Seminar Conducted at the East China Normal University [Z]. Shanghai: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development*.
- Pritchard, A., & Woollard, J. (2010). *Constructivism and social learning*. Roudledge.
- Puma, M.J., Jones, C.C., Rock, D., & Fernandes, R. (1993). Prospects: The Congressionally Mandated Study of Educational Growth and Opportunity. *The Interim Report*.
- Rahma A N. (2012). Pengembangan perangkat pembelajaran model inkuiri berpendekatan SETS materi kelarutan dan hasil kali kelarutan untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan empati siswa terhadap lingkungan. *Journal of Educational Research and Evaluation* (2): 133-138.
- Ratumanan, G.T. & Laurens. (2011). Evaluasi hasil belajar pada tingkat satuan pendidikan. *Surabaya: Unesa University Press*.
- Ray, J. A. (2002). Constructivism and classroom teachers: What can early childhood teacher educators do to support the constructivist journey?. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 23(4), 319-325.

- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2005). Developmental research methods: Creating knowledge from instructional design and development practice. *Journal of Computing in higher Education*, 16(2), 23-38.
- Rudinow, J., & Barry, V. E. (2008). *Invitation to critical thinking*. Cengage Learning.
- Rustaman, N.Y. (2006). Pencapaian sains peserta didik Indonesia pada TIMMS. *Seminar sehari hasil studi internasional prestasi peserta didik indonesia dalam bidang Matematika, Sains, dan Membaca*. Jakarta: Puspendik Depdiknas.
- Rustaman N, S., Dirjosoemarto, Y., Ahmad, S A.,Yudianto, D., Rochintaniawati, M., Nurjhani K. & Subekti R. (2003). Strategi belajar mengajar Biologi. *Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI*.
- Samani, M. (2006). Mengenal sertifikasi guru di Indonesia. *Surabaya: SIC Surabaya*.
- Sanjaya, Ade. (2011). Pendekatan keterampilan proses. Diunduh dari <http://aadesanjaya.blogspot.com>. Tanggal 19 Maret 2011.
- Santoso H. (2010). Memberdayakan kemampuan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran konstruktivik. *Jurnal Bioedukasi 1 (1)*: 50-56.
- Schafersman, S. D. (1991). An introduction to critical thinking. *Retrieved March, 5, 2008*.
- Slavin, R.E. (2006). *Educational psychology (theory and practice) eighth edition*. Pearson: USA.
- Smith, K. A. (2000). Inquiry-based Cooperative Learning. *Journal of Education*, 20(2), 213-219.
- Sochibin, A., Dwijananti, P., & Marwoto, P. (2009). Penerapan model pembelajaran inquiry terpimpin untuk peningkatan pemahaman dan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 96-101.
- Sternberg, R. J. (2003). Four alternative futures for education in the united states: it's our choice. *School Psychology Review*, 33(1), 67.
- Subroto, S. (1996). Proses belajar mengajar di sekolah. *Jakarta: Rineka Cipta*.
- Sugiyono. (2010). Metode penelitian pendidikan (pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R & D). *Bandung: Penerbit Alfabeta*.

- Sugiyanto. (2009). Model-model pembelajaran inovatif. *Surakarta: Mata Padi Presindo*.
- Ted Panitz. (1999). Collaborative versus Cooperative Learning: A Comparison of the Two Concepts Which Will Help Us Understand the Underlying Nature of Interactive Learning.
- Toharudin, U., Sri Hendrawati, & Rustaman, A. (2011). Membangun literasi sains peserta didik. *Bandung: Humaniora*.
- Thompson, C. (2011). Critical thinking across the curriculum: Process over output. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(9), 1-7.
- Torrance, E. P. (1969). *Creativity in the Classroom; What Research Says to the Teacher*. Washington DC: National Education Association.
- Triwiyono. (2011). Program pembelajaran fisika menggunakan metode eksperimen terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 80-83.
- Tsui, L. (2002). Fostering critical thinking through effective pedagogy: Evidence from four institutional case studies. *The Journal of Higher Education*, 73(6), 740-763.
- Underbakke, M., Borg, J. M., & Peterson, D. (1993). Researching and developing the knowledge base for teaching higher order thinking. *Theory into Practice*, 32(3), 138-146.
- Walker, T.R.C. (2006). *Critical thinking*. Diunduh dari <http://www.utc.edu/Administration/WalkerTeachingResouceCentre/Facultydepartment/CriticalThinking/index.html>.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science education*, 75(1), 9-21.
- Widayanto. (2009). Pengembangan keterampilan proses dan pemahaman siswa Kelas X melalui KIT OPTIK. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia Vol. 5. No. 1*, 4-5.
- Wina S. (2008). Strategi pembelajaran berorientasi standar proses pendidikan. *Jakarta: Kencana Prenada Media Group*.
- Woolfolk, A. H., & Hughes, M. M. & Walkup, V.(2008). *Psychology in Education*. New York: Pearson.
- Yin, K. Y., Abdullah, A. G. K., & Alazidiyeen, N. J. (2011). Collaborative problem solving methods towards critical thinking. *International Education Studies*, 4(2), 58.

Yuksel, G., & Alci, B. (2012). Self-efficacy and critical thinking dispositions as predictors of success in school practicum. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(1), 81-90.

Zitzewitz, P. W., Schiller, F., Harper, K. A., & Elliott, T. G. (2005). *Physics principles and problems*. JA KUBU.